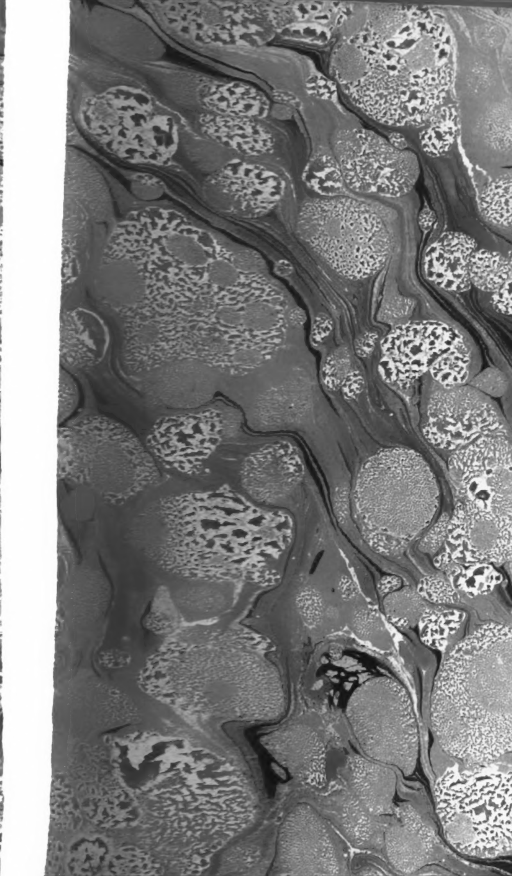
image
not
available

Phys 2830



Phys.g. 530-2,1

<36605970020016

<36605970020016

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Phys. g. 530/2

D. Christian Ernst Wünsch
Professor zu Frankfurth an der Oder

# Kosmologische Unterhaltungen für junge Freunde der Naturerkenntniß.

## Zweiter Band.

Von den Eigenschaften der irdischen Körper und von den Naturbegebenheiten auf Erden.

Zweite Auflage.

Mit zwanzig illuminirten Kupfertafeln.

Leipzig, 1794.
bei Joh. Gottl. Imm. Breitkopf Sohn u. Comp.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

# Vorbericht.

Erinnerungen, die wegen des Titels dieses Buches nöthig zu seyn scheinen, sind in dem Vorberichte zum ersten Bande der zweiten Ausgabe zu finden. Hier berufe ich mich wieder darauf, und bitte nochmals, zu bedenken, daß diese Unterhaltungen nicht für Kinder, welchen noch alle Vorkenntnisse mangeln, sondern für



Digitized by Google

junge Personen von guter Erziehung bestimmt seyn sollen.

Seit funfzehen Jahren ist man in der Naturkenntniß nicht nur überhaupt beträchtlich fortgerückt, sondern der Herausgeber hat auch indessen selbst noch manches gelernt. Aus diesem Grunde hat also freilich das Buch fast gänzlich umgearbeitet und vergrößert werden müssen. Damit nun diejenigen Liebhaber der Naturlehre, denen bloß an der Kenntniß des Himmels und der Erde das meiste gelegen ist, nicht genöthiget sind, auch die Betrachtungen über den

Men-

Digitized by Google

Menschen zu kaufen, die der ersten Auflage dritten Band ausmachen: so werden die kosmologischen Unterhaltungen bei dieser zweiten Auflage hiemit geschlossen; und jene Betrachtungen über den Menschen, die wegen der vielen Kupfer schon für sich allein in einem hohen Preiße stehen, können unter einem besondern Titel nächstens ebenfalls aufs neue umgearbeitet erscheinen.

Das religiöse Fragment, welches in der ersten Auflage dieses zweiten Bandes etliche Bogen einahm, ward in einem sehr berühmten und ziemlich allgemein



Digitized by Google

hochgeschäzten Journale als ein gar zu orthodoxes Fragment gemißbilliget, ja man behauptete sogar, daß der Verfasser nicht verdiente, ein Lehrer der Jugend zu heißen, da er solche orthodoxe Gesinnungen hegte. Gleichwohl ward er bald hernach in andern Journalen als ein sehr heterodoxer Mensch geschildert, und nur um die Kleinigkeit bekümmerte sich, so viel man weiß, noch Niemand, ob das Betragen desselben gegen den Nächsten gut oder böse, christlich oder unchristlich war. Wenn also dieses Fragment bei dieser zweiten Ausgabe kassirt worden

ist;

ist: so ist solches keinesweges darum geschehen, weil es der Verfasser etwa selbst für gar zu orthodox hält, sondern bloß darum, weil er nun selbst einsiehet, daß es zu diesen bloß physikalischen Unterhaltungen gar nicht gehört, und weil er wohl weiß, daß jeder Philalethes dergleichen Religionswahrheiten in vielen andern Schriften weit besser auseinander gesezt finden kann.

Daß die Wirkung des Keils bloß nach dem Descartes oder Wallis, und nicht nach Mersenne oder de la Hire angenommen worden ist, das hat seinen

Grund nicht bloß in der leichtern Darstellung der hieher gehörigen Sätze, sondern auch in Hinsicht auf manche andere Betrachtung, wovon aber, wie leicht zu erachten, hier weiter keine Rechenschaft abgelegt werden kann, da die Sache bekanntlich weitläuftigen Schwierigkeiten unterworfen ist.

Das zweite d in Bediender oder Bedienender, welches etwa in diesem Buche mit vorkömmt, muß man für keinen Druck- oder Schreibe-Fehler halten. Denn ein Bedienter ist ein Mensch, der sich bedienen läßt oder bedient worden

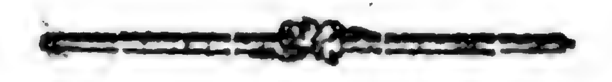
ist:

ist: ein Bedienender oder Biendender hingegen ist ein Mensch, der einen andern bedient; und es ist also falsch, daß man gewöhnlich Bedienter statt Bediender schreibt.

Sollte im übrigen etwa einst ein Gelehrter diesen Unterhaltungen die Ehre erzeigen, sie schriftlich irgendwo anzuführen: so wäre wenigstens zu wünschen, daß er sie lieber Wünschens, als Wünschs Unterhaltungen nennen möchte. Denn auch sogar die Sprachorgane eines Deutschen können Wünschs nicht aussprechen, ohne dabei gewissermaaßen in Konvulsion zu

gerathen; und einem delikaten Ohr muß der Klang dieser fünf beisammenstehenden Konsonanten gar unerträglich vorkommen.

Geschrieben zu Frankfurth an der Oder im Frühlinge 1794.



# Verzeichniß des Inhalts.

Einleitung Seite 1

Erste Unterhaltung

Begriffe von den physischen Körpern 9

Zweite Unterhaltung.

Fortsetzung der Begriffe von den Körpern 36

Dritte Unterhaltung.

Grundbegriffe von der Bewegung 65

Vierte Unterhaltung.

Fortsetzung dieses Vortrags 99

Fünfte Unterhaltung.

Von der Schwere der Körper 126

Sechste

Sechste Unterhaltung.

Fortsetzung der Betrachtung über die Schwere S. 145

Siebente Unterhaltung.

Attraktion und Verwandschaft der Materien 159

Achte Unterhaltung.

Ursprung der vornehmsten Eigenschaften der Materien 204

Neunte Unterhaltung.

Gleichgewicht und Ueberwucht vester Körper 229

Zehnte Unterhaltung.

Druck und Gleichgewicht flüßiger Materien 284

Eilfte Unterhaltung.

Gleichgewicht flüßiger Materien mit vesten Körpern 313

Zwölfte Unterhaltung.

Von den vornehmsten Eigenschaften der Luft 326

## Verzeichniß des Inhalts.

### Dreizehente Unterhaltung.

Druck der Luft auf andere flüßige und veste Materien S. 356

### Vierzehnte Unterhaltung.

Von den verschiedenen Luftarten 392

### Funfzehnte Unterhaltung.

Von den chemischen Wirkungen der atmosphärischen Luft 411

### Sechszehente Unterhaltung.

Betrachtung über den Schall 422

### Siebzehnte Unterhaltung.

Von der Wärme und Kälte 465

### Achtzehnte Unterhaltung.

Von den Eigenschaften des Lichtes 530

### Neunzehnte Unterhaltung.

Gesetze der Fortbewegung des Lichtes 558

### Zwanzigste Unterhaltung.

Betrachtungen des farbigen Lichtes 611

Ein

Verzeichniß des Inhalts.

Ein und zwanzigste Unterhaltung.

Von der Elektricität. 644

Zwei und zwanzigste Unterhaltung.

Von den Magneten 704

Drei und zwanzigste Unterhaltung.

Von den Lufterscheinungen 724

Vier und zwanzigste Unterhaltung.

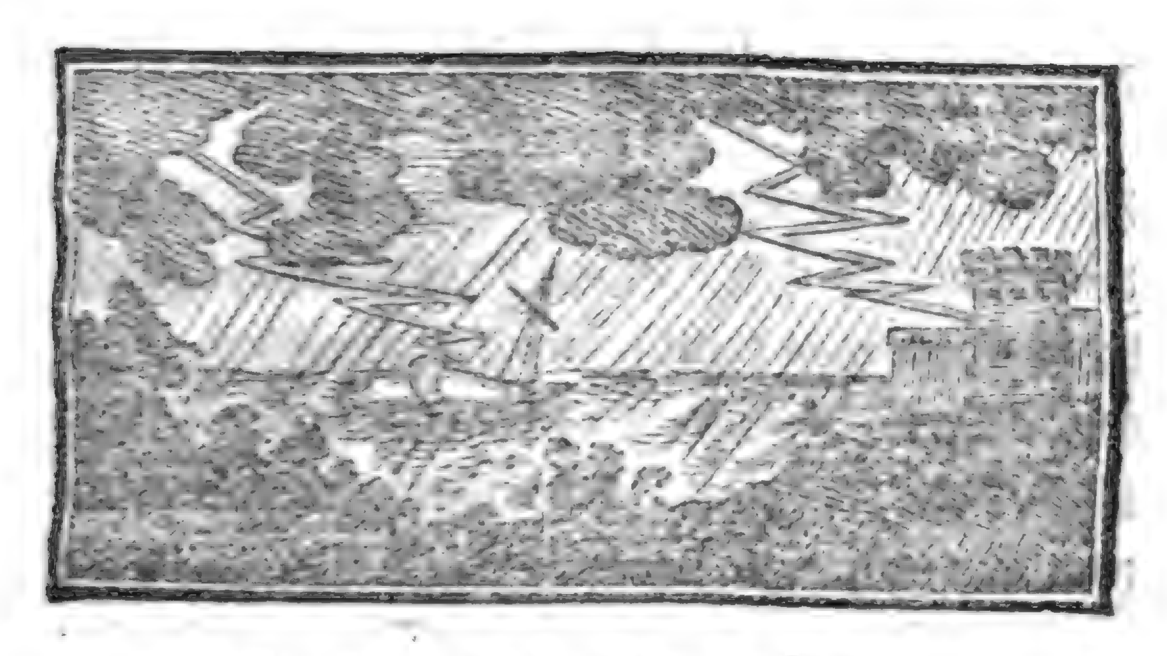
Von Wind und Erdbeben 770

Fünf und zwanzigste Unterhaltung.

Von Quellen, Flüssen, Seen und dem Meere 731

Sechs und zwanzigste Unterhaltung.

Grundriß der ältesten Geschichte der Natur 818



# Unterhaltungen von den Eigenschaften der irdischen Körper und von den Naturbegebenheiten auf Erden.

## Einleitung.

Unsere lezte Betrachtung hat sich meinem Herzen tief eingeprägt, sagte Amalie, nachdem sie sich mit Karln aufs neue bei Philalethes eingefunden hatte, um in Anhörung nüzlicher Lehren fortzufahren. Vormals haben Sie zwar schon oft behauptet, sezte sie

hinzu, daß in Gott keine Leidenschaft wohne; daß er nicht, nach Art morgenländischer Volksbeherrscher, etwa darum gewisse Handlungen von den Menschen fodere, und andere ihnen verbiete, weil er daran sein Vergnügen finde, sondern vielmehr nur darum, weil die guten und löblichen Thaten, ihrer eignen Natur nach, den Menschen beglücken, die bösen hingegen ihn zum Verderben führen. Und solches habe ich Ihnen auf Ihr Wort geglaubt. Denn so helle, wie jezt, ist gedachter Satz in meiner Seele bisher noch nie geworden. Aber völlig von demselben überzeugt, wie ich nun bin, glaube ich allerdings auch, daß überhaupt keine größere und schönere Belohnung eines frommen Lebenswandels gedacht werden könne, als das unbeschreibliche Vergnügen selbst, welches der Mensch über vollbrachte löbliche Thaten empfindet, wie auch, daß wohl keine härtere Strafe einer bösen Aufführung erfunden werden möge, als ein angstvolles Gewissen, so, wie es nach begangenen Fehlern erwacht. Mir wenigstens kömmt keine Strafe so schrecklich, wie diese, vor, und ich kann hievon aus eigner Erfahrung sprechen. Ach! meine Fehler, deren Anzahl schon groß genung ist, habe ich immer hart, sehr hart, büßen müssen. Jeder hat mich mit unbe-

schreib-

schreiblicher Herzensangst verfolgt, und so lange gequälet, bis ich ihn durch ein entgegengeseztes Betragen wieder zu verbessern gesucht, welches mir, Gott sey Dank, bisher immer noch ziemlich gelungen ist. Gelingt mir aber im Gegentheil eine löbliche gottgefällige Unternehmung, oder höre ich auch nur, daß edeldenkende Menschen irgendwo Gutes gestiftet haben: so regen sich in meinem Herzen ebenfalls gar sonderbare, aber angenehme Empfindungen, die ich nicht beschreiben, sondern nur dieses davon sagen kann, daß mir Thränen dadurch entlocket werden, die ich mit himmlischem Vergnügen weine. Und in solchen Augenblicken entbrennt mein Busen von dem heissen Wunsche, alle Menschen, ja die ganze Welt, recht froh und glüklich machen zu können. O! wenn diese Rührungen ein Vorgeschmack der ewigen Freuden frommer Menschen sind: so begehre ich kein grösseres Glück jenseits des Grabes, als nur ein solches, und ich will gern alle meine Kräfte guten und wohlthätigen Handlungen widmen, um dergleichen Freuden schon in diesem Leben, so oft ich kann, zu geniessen. Ohnstreitig hat Gott wenigstens die Keime dieser geheimen Gefühle, die unsers Thuns und Lassens gestrenge Richter sind, in die Herzen aller Menschen gelegt. Aber eben darum

wundere ich mich, wie einige Menschen dennoch wohlbedächtig Böses thun können. Doch diese müssen wohl durch gar zu große Leiden und unglückliche Begegnisse an ihrem Verstande Schaden gelitten haben. Oder hat man ihnen gleich von Jugend auf ganz falsche Begriffe von ihrer wahren Wohlfarth beigebracht? Gott bewahre mir mein Herz und meinen Sinn! So lange dieser schlicht und richtig bleibt: so lange hoffe ich doch keinen Fehler zu begehen, welcher so groß wäre, daß ich ihn nicht wieder gut machen könnte. Sollten denn aber einige Menschen wohl wirklich so erstaunlich lasterhaft seyn, wie man sie zuweilen beschrieben findet? Mir kömmt solches unwahrscheinlich vor. Die ich kenne, sind alle tugendhaft und gut. Aber, wie Sie mir sagen, so besitzen sie zugleich auch alle viel Einsicht und Verstand, welchen sie bei allem Thun und Lassen zu Rathe ziehen. Also werden doch wenigstens die verständigen und vernünftigen Menschen kein böses Herz haben? Gehört und gelesen habe ich zwar wohl auch, daß man sehr viel Wissenschaft besitzen, und gleichwohl eine schwarze Seele haben könne. Allein ein solches Wissen mag sich wohl nur auf Sachen beziehen, welche auf unser wahres Glück keinen Einfluß haben, und folglich zu den entbehr-

lichen

lichen gehören. Denn wie kann doch derjenige Mensch verständig heissen, der nicht einmal weiß, daß er sich selbst seines größten Glückes, der frohen Zufriedenheit seines Herzens beraubt, wenn er das Wohl seiner Brüder und Schwestern stört, oder selbiges auch nur nicht aus allen Kräften befördert? Nein, wer fähig ist, sich und seinem Bruder und seiner Schwester freventlich Schaden zuzufügen, oder die schuldige Liebe zu entziehen, den halte ich für einen Thoren, wenn er auch alle Sprachen reden könnte, und von der ganzen Welt für den größten Gelehrten gehalten würde. Er weiß ja nicht, wie er seine eigene wahre Wohlfarth erhalten und befördern soll?

Hier ward Amalie von Karln unterbrochen. Dieser nahm nun das Wort und sagte: Amalie scheint sich auf ihren heutigen Vortrag ordentlich vorbereitet zu haben. Ich bin aber auch ihrer Meinung, und muß bekennen, daß ihre Rede meine Aufmerksamkeit auf mich selbst für die Zukunft rege gemacht hat. Bisher habe ich alle meine Freuden unter einander hingenommen, wo sie sich mir dargeboten, ohne nachzuforschen, ob mein Herz großen Antheil daran gehabt, und mir dieselben zuweilen gewähret habe. So viel erinnere ich mich zwar, daß es mir

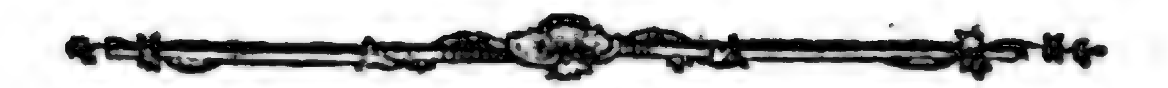
immer eine Lust war, wenn ich Amalien und meinem lieben Ferdinand einen Gefallen erzeigen konnte, oder auch wenn ihnen sonst etwas angenehmes widerfuhr. Aber so lebhaft, wie Amalie solche Gefühle schildert, habe ich sie noch nicht empfunden. Auch weiß ich noch nichts von den Beängstigungen, die Amalie dem erwachten Gewissen zuschreibt, sondern ich weiß bloß, daß mein Gemüth, wenn ich einen Fehler begangen, immer nur in tiefe Trauer gehüllet gewesen ist.

Wenn man, versezte Philalethes, bei mehr gereiftem Verstande erst einsehen lernt, welche schlimme Folgen zuweilen ein sehr gering scheinender Fehler auf unser ganzes Leben, ja auf die Ewigkeit, nach sich ziehen kann: so wächst natürlich auch die Beängstigung, die man darüber empfindet. Mit einem Worte, unsere traurigen Empfindungen über begangene Fehler, und unsere frohen seligen Gefühle über vollbrachte löbliche Thaten, stellen sich immer desto lebhafter unsern Gemüthern dar, je heller unser Verstand erleuchtet wird.

Amalie überlegt also die Folgen ihrer Unternehmungen reiflicher, als Karl, dessen Leichtsinn ihm vor der Hand beinahe noch nichts im wahren

wahren Lichte sehen läßt: und eben darum regt sich auch das moralische Gefühl in Amaliens Herzen lebhafter. Wenn im übrigen Amalie meint, ein Mensch von aufgeklärtem Verstande könne gar keine schlechte Handlung begehen: so hat sie hierin allerdings zwar völlig Recht, weil Aufklärung nichts anders als Bildung des Menschen zu guten und löblichen Thaten ist. Aber, um Eurer eigenen Glückseligkeit willen, vergesset hiebei nie den guten Rath, den einst jener erhabene Lehrer der Moral den guten Menschen gegeben hat. Beurtheilet nie die Aufklärung des Verstandes und Bildung des Herzens eines Menschen bloß aus dessen glatten Reden, sondern aus dessen Handlungen allein. Nur aus ihren Früchten sollt Ihr sie erkennen. Kann man auch Trauben von den Dornen und Feigen von den Disteln lesen? O! wie viele unbefangene Herzen und unschuldige edele Seelen sind schon durch das Vertrauen, welches ihnen die Verführer durch fromme Reden heuchlerisch und arglistig abgewonnen haben, ins tiefste Verderben gerathen! Darum hütet Euch vor solchen Menschen, die in Schaafskleidern zu Euch kommen, und inwendig reissende Wölfe sind. Wählet überhaupt keinen Menschen eher zu Eurem vertrauten Freunde, bis er Euch nicht nur in man-

chen frohen Stunten, sondern auch in Widerwärtigkeiten, deutliche Proben seines erleuchteten Verstandes und seines aufrichtigen Herzens abgelegt hat. Nur einem solchen Freunde könnet Ihr ohne Gefahr Euer ganzes Vertrauen schenken. Denn der wird an allen Euren Begegnissen herzlichen Antheil nehmen, wird Euch die Freuden dieses Lebens erhöhen, Eure trüben Tage aufzuheitern suchen, und Euch in allem Euren Anliegen weislich zu rathen wissen, ja seine Freundschaft wird Euch schon hier auf Erden himmlische Wonne gewähren.



## Erste Unterhaltung.

### Begriffe von den physischen Körpern.

Doch diese Stunden sind, wie Ihr selbst verlanget habt, eigentlich nur der Erweiterung Eurer Naturerkenntnisse gewidmet, fuhr Philalethes fort, und fragte sogleich, ob wohl Amalie oder Karl ihm sagen könnte, was ein Körper sey?

Ein Körper? erwiderte Karl, indem er die drei mittlern Finger nachdenkend an die Stirn sezte. Ein Körper — ist — was man siehet.

Mag wohl diese Erklärung als richtig angenommen werden? fragte Philalethes Amalien weiter.

Schwerlich, versezte diese. Denn die Savoyarden stellen uns ja Messenszeiten durch ihre Zauberlaternen mancherlei Bilder dar, die man allerdings recht gut siehet und welche dennoch keine Körper sind?

Was wären diese Bilder sonst, als Körper? versezte Philalethes. Diese bunten Körper stehen aber in der Laterne verborgen, und man siehet sie daher nur nicht an ihrem wahren Orte, sondern bloß an der gegenüber befindlichen Wand, gerade so, wie wir den Ofen, dem wir den Rükken zukehren, bloß hier vor uns im Spiegel wahrnehmen. Daß aber der Ofen ein Körper sey, ohngeachtet wir ihn jezt nicht an seinem Orte, sondern im Spiegel sehen, das wird wohl Niemand leugnen. Und eben so sind auch die Bilder der Zauberlaterne allerdings Körper, welche mit körperlichen Farben auf Glas durchsichtig gemahlet sind, so, daß die Stralen des Lampenlichts, welches hinter ihnen in der Laterne stehet, sie gehörig durchleuchten, und selbige an der Wand, wie in einem Spiegel, darstellen können. Denn man siehet mit gesunden Augen in der That nichts weiter, als Körper oder Materien, und zwar nur solche, die entweder selbst leuchten, wie zum Beispiele die Sonnen, oder die mit geborgtem Lichte auf unsere Augen wirken, wie etwa der Mond und alle andere Sachen, die im Finstern unsichtbar werden. Sogar das eigentliche Licht selbst siehet man nicht, sondern nur die Körper und Materien die es erleuchtet. Wären daher keine Körper und Ma-

terien in der Welt: so würden wir auch mit unsern Augen nichts wahrnehmen, wenn auch gleich alles mit Licht erfüllt wäre. Doch dieß leztere wird Euch erst künftig begreiflich werden, wenn wir uns die Anfangsgründe der Lehre vom Lichte und seinen Farben werden bekannt gemacht haben.

Es fragt sich also nicht, ob alle Sachen, die wir mit gesunden Augen sehen, Körper oder Materien sind, oder wenigstens von allen Menschen so genannt werden, denn hieran ist gar nicht zu zweifeln: sondern ich will nur wissen, ob wir nicht auch Sachen in der Welt finden, die wir nicht sehen, und dennoch Körper oder Materien zu nennen pflegen? Aus Karls Begriffen scheint zu folgen, daß es keinen unsichtbaren Körper geben könne, weil er sie alle für sichtbar hält?

Nun da wüßte ich doch keine Körper, erwiderte Karl, die man gar nicht sehen könnte. Oder meinen Sie etwa jene unbekannten Planeten, welche sich um die Fixsterne, die ihre Sonnen sind, herum schwingen?

Dieß ist nicht wahrscheinlich, versezte Amalie; denn diese würden wir höchst wahrscheinlich

lich auch sehen, wenn wir ihnen nahe genug wären. Mir scheint vielmehr die Luft ein unsichtbarer Körper zu seyn. Oder pflegt man etwa die Luft nicht einen Körper zu nennen?

Eigentlich sollte man sie nur Materie nennen, fuhr Philalethes fort. Allein die meisten Naturforscher pflegen keinen Unterschied zwischen Materien und Körpern zu machen, wie denn auch in der That kein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen Statt findet. Nur dieses ist hiebei zu bemerken, daß man Sachen, welche gewöhnlich den Namen der Körper führen, unter gewissen Bedingungen, die wir uns ebenfalls bald bekannt machen wollen, schlechthin Materien nennen muß. Doch zu unserm Behufe mag es vor der Hand noch gleich viel gelten, ob wir die nähmlichen Sachen mit jenem oder diesem Namen belegen. Reine Luft ist also allerdings eine Materie, die wir nicht sehen können. Giebt es deren nicht noch mehr?

Etwa reines Wasser — reines weißes Glas — ungefärbte Liqueurs — versezte Amalie, indem sie hinzu fügte, daß ihr deuchte, man könne dergleichen durchsichtige Sachen doch wohl eigentlich nicht sehen.

Aller-

Allerdings kann man sie selbst eigentlich nicht sehen, fuhr Philalethes fort. Aber vollkommen unsichtbar sind sie freilich selten, und zwar darum nicht, weil sie selten vollkommen rein, oder von allen fremdartigen Theilen befreit gefunden werden. Doch viele bleiben auch dann einigen Menschen oft noch unsichtbar, wann sie nicht vollkommen rein sind. Manche Fenstertafeln werden ja bloß deswegen mit den Köpfen hinaus gestossen, weil man sie nicht wahrnimmt. Solches geschiehet vorzüglich in den Fällen, wenn die Fenster noch neu, oder nicht angelaufen sind, und an solchen Orten, wo man nicht einen ganzen Flügel, sondern nur ein Schößchen zu öfnen pflegt, um hinaus zu sehen. Wer vorsichtig ist, greift jedesmal erst nach dem Wirbel, um das Fenster wirklich zu öffnen, auch wenn er selbiges offen zu seyn glaubt. So entgehet man dieser Gefahr, sich zu beschädigen, welcher sich im Gegentheile diejenigen überhaupt oft aussetzen, die bloß ihren Augen trauen, und nicht zugleich andere Sinne, wo solches angehet, mit zu Rathe ziehen.

Unter Materien und Körpern verstehet man also alle Sachen, die man fühlen und betasten kann, oder mit einem Worte, alles,

was

was fühlbar ist, man mag es nun sehen oder nicht. Was daher nicht fühlbar ist, das kann man keinen Körper, keine Materie nennen.

Ihr müßt aber darum nicht wähnen, daß man alle Materien deutlich fühlen oder betasten könne. Luft, zum Beispiele, läßt sich nicht gut betasten und fühlen, wenn man sie ergreifsen oder haschen will. Man fühlt sie aber dennoch, wenn man sie mit einem Fächer, oder auch mit der Hand gegen das Angesicht wehet. Eben so würde man ein Sonnenstäubchen nicht fühlen, wenn man es haschen wollte. Man kann es aber sehen, und hieraus auf dessen Fühlbarkeit schliessen, welche sich denn auch in der That äussert, sobald sich solcher Stäubchen sehr viele an irgend einem ruhigen Orte niedergesezt haben, wo man sie sofort zusammen kehren, und allerdings durch das Gefühl wahrnehmen kann. Das nämliche gilt auch von dem Dufte wohlriechender Sachen; denn dieser ist gleichfalls Materie: aber man pflegt nicht zu sagen, daß man ihn fühle, sondern man riecht ihn nur. Allein im Grunde ist Sehen, Hören, Riechen und Schmecken selbst nichts anders, als ein verfeinertes Fühlen, wie künftig klar erhellen wird, wann wir die Betrachtung des Menschen und

seiner

seiner Sinnesorgane ins besondere vor uns nehmen werden. Daher gebrauche ich das Wort fühlbar hier statt empfindbar, und behaupte, daß man überhaupt alles, was in unsere Sinne fällt, Materie oder Körper nennen muß, welches also eben so viel ist, als wenn ich den Ausdruck kürzer fasse, und sage, daß man unter Materien und Körpern überhaupt alle Sachen verstehe, welche fühlbar sind.

Fragt man aber die Gelehrten, was man unter Materien und Körpern verstehen soll, so antworten sie: alle Sachen, welche ausgedehnt und undurchdringlich sind. Sie haben nähmlich alle fühlbare Sachen, die ihnen vorgekommen, sorgfältig untersucht, und nachgeforscht, ob wohl gewisse Kennzeichen an ihnen zu finden wären, welche allen ohne Ausnahme zukämen, und folglich dem Schnee sowohl, als dem glühenden Eisen, dem Wasser sowohl, als dem Golde, dem Körper des Menschen sowohl, als der Luft, und so weiter, angehöreten, da sie dann durch ihr Nachforschen allerdings die beiden angeführten Eigenschaften, nämlich die Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, bei allen wahrgenommen, und als gemeinschaftliche Kennzeichen aller Materien und Körper vestgesezt haben.

Aber

Aber was ist Ausdehnung und Undurchdringlichkeit? fragte Karl weiter.

Man kann sich drei verschiedene Arten der Ausdehnung vorstellen, antwortete Philalethes, indem man sich eine Sache erstlich bloß nach der Länge, zweitens nach der Länge und Breite zugleich, drittens nach der Länge, Breite und Höhe zugleich, ausgedehnt vorstellen kann, wie Euch noch aus unsern Unterhaltungen über die verschiedenen Maaße hinlänglich bekannt seyn wird. Beide erstere Arten der Ausdehnung, welche man Linien und Flächen nennet, existiren bloß in unserm Verstande, und sind folglich in keiner einzigen Sache, die man siehet, fühlt, oder sonst empfindet, sinnlich anzutreffen. Aber die dritte Art ist allerdings allen Materien eigen, indem sie alle in die Länge, Breite und Höhe, oder nach allen drei Dimensionen ausgedehnt sind, wie zum Beispiele, Holz, Eisen, Stein, Wasser, Luft, Glas und so ferner. Denn wir sehen, fühlen, schmecken, und empfinden mit unsern fünf Sinnen weiter nichts, als was eine gewisse Länge, Breite und Höhe oder Dicke hat. Wenn daher die Ausdehnung von den Gelehrten als ein Kennzeichen der Materien und Körper angenommen wird: so

darf

darf man darunter nur diese dritte Art von Ausdehnung verstehen, weil wir bloße Längen und Flächen nie fühlen, nie sehen, auch sonst auf keine Weise empfinden, sondern dieselben uns nur im Verstande vorstellen können, und weil es überhaupt keinen einzigen Körper giebt, welcher bloß lang, oder bloß lang und breit ist.

Aber, ob eine Sache lang, breit und hoch oder dicke sey, das kann man ja sehen und fühlen? versezte **Karl.** Also dächte ich, die Sichtbarkeit, oder die sinnliche Darstellung der Körper, wäre eben das, was man ihre Ausdehnung nach den drei Dimensionen nennt?

Ohne Zweifel, erwiderte **Philalethes.** Wenigstens haben die Menschen den Begriff von der Ausdehnung eigentlich von der Sichtbarkeit und Fühlbarkeit der Körper und Materien hergeleitet. Ja wir würden wahrscheinlich von gar keiner Ausdehnung etwas wissen, wenn es keine Sachen in der Welt gäbe, die wir sehen oder fühlen könnten. Aber Ausdehnung klingt schöner, und eben deswegen gebraucht man dieses Wort oft, wo man eigentlich nur Fühlbarkeit sagen sollte.

Doch wir wollen nun auch die zweite Frage, nämlich was Undurchdringlichkeit heißt, zu erörtern suchen.

Es ist leicht zu erachten, daß man, durch gedachten Begriff von der Ausdehnung allein, noch nicht im Stande war, Materien und Körper von allen andern Sachen zu unterscheiden. Der Raum dieser Stube, zum Beispiele, ist ebenfalls lang, breit und hoch, folglich nach allen drei Dimensionen ausgedehnt: aber ein Körper oder eine Materie ist er deswegen doch bei weitem noch nicht. Zwar die Wände, welche uns hier umgeben, sind allerdings Körper: allein sie gehören nicht zu dem Raume dieser Stube, und zwar darum nicht, weil sie sich ausserhalb dieses Raumes befinden, und weil bloß ihre Oberflächen denselben begrenzen. Daher mußten die Gelehrten noch ein zweites Merkmal an den Körpern und Materien aufsuchen, welches ihnen sich in der Folge auch darbot.

Sie wurden nämlich gewahr, daß man keine Materie in eben den Raum hinnein bringen konnte, welcher schon mit einer andern Materie angefüllet war. Sie sahen, daß kein Körper durch einen andern hindurch lief, sondern ihn allemal vorher fortstieß, oder hinweg drängte,

te, um in die Stelle desselben zu gelangen: und nun fingen sie an, dieser Eigenschaft, vermöge welcher keine Materie durch eine andere hindurch dringen kann, den Namen der Undurchdringlichkeit beizulegen. Doch ich will Euch den Begriff von dieser Eigenschaft der Materien und Körper noch durch einige Beispiele zu erläutern suchen.

Eine in die Luft geschossene Kugel würde sich nicht von der Stelle bewegen, wenn die Luft nicht nachgäbe, und ihr nicht allenthalben auswiche. Die Kugel treibt nämlich die Luft aus allen Stellen, in welche sie sich begeben will, vor sich fort, und nur auf solche Weise gelangt sie weiter. Denn in demselben Raume, worin sich die Kugel befindet, kann kein anderer Körper, keine andere Materie, folglich auch keine Luft, zugleich seyn. Wir zwar, die wir ebenfalls in der Atmosphäre der Erde, oder in der Luft, umher wandeln, bemerken nicht immer, daß wir dieselbe allemal erst aus dem Raume heraus treiben müssen, in welchen wir unsern eigenen Körper versetzen wollen: aber das kömmt bloß daher, weil die Luft in Vergleichung mit unserm Körper sehr locker ist, folglich ihm, ohne daß wir merkliche Mühe anwenden dürfen,

leicht ausweicht, und weil wir uns in selbiger nie so geschwind, wie etwa eine abgeschossene Kugel, bewegen. Laufen wir aber schnell, oder wehet uns der Wind entgegen: so fühlen wir allerdings auch einen beträchtlichen Widerstand, und haben Mühe, die Luft aus den Stellen zu vertreiben, in welche wir uns bei jedem Schritte begeben wollen. Dazu sind wir auch die Luft schon von Jugend auf gewohnt, und können uns ihren Widerstand und ihren Druck darum nicht recht sinnlich machen, weil wir nicht wissen, wie uns zu Muthe seyn würde, wenn wir uns durch einen luftleeren Raum bewegen sollten. Lebten wir im Wasser, wir würden ebenfalls nicht wahrnehmen, daß wir es jedesmal aus der Stelle, in welche wir uns versetzen wollten, heraus treiben müßten. Da wir uns aber in demselben ordentlicher Weise nicht aufhalten: so fühlen wir allerdings einen merklichen Widerstand, wenn wir uns, zum Beispiel, im Bade befinden, und uns darin bewegen. Denn in dem Raume, worin sich unser Körper befindet, kann sich keine andere Materie, folglich auch kein Wasser, zugleich aufhalten. Man muß es daher erst aus demselben heraustreiben, ehe man sich darein begeben kann: und hiezu wird freilich schon einige

Ge-

Gewalt erfordert. Wäre ferner diese Stube durchaus mit Mauerwerk angefüllet: so wäre sie gleichfalls voller Materie, und weder unsere Körper, noch andere Materien könnten dann herein; denn kein Körper kann durch Stein oder Holz und andere Materien hindurch laufen, oder in selbige eindringen, und eben dieses Unvermögen ist es, welches man Undurchdringlichkeit zu nennen pflegt.

Aber daß kein Körper in den andern eindringen, keiner durch den andern hin laufen könne, sieht und fühlt man ja, sagte Karl. Wo ich nichts fühle, sezte er hinzu, da kann ich ungehindert fortgehen und eindringen, ohne vorher erst etwas aus dem Wege zu schaffen. Komme ich aber an einen Pfahl oder an eine Wand: so fühle ich sehr deutlich, daß ich weiter nicht gerade fort gehen kann, wenn ich den Pfahl nicht erst umwerfe, oder ein Loch durch die Wand schlage. Also dächte ich, nichts könne undurchdringlich seyn, was nicht auch fühlbar ist?

Freilich wohl! erwiderte Philalethes. Wenigstens ist Undurchdringlichkeit in so fern man sie als ein Merkmal der Materien und Kör-

Körper betrachtet, eben das, was Fühlbarkeit ist.

Erlauben Sie, Philalethes, fiel ihm Amalie in die Rede, daß ich Ihnen meinen Zweifel an der Aechtheit Ihrer Erklärung der Undurchdringlichkeit äussern darf. Das Wasser in diesem Glase ist ohnstreitig eben so gut ein Körper, als ein Bogen Papier: gleichwohl läuft Wasser durch Löschpapier hindurch, wenn man welches darauf gießt. Wie ist aber dieses möglich, wenn kein Körper durch den andern dringen, keiner durch den andern sich bewegen kann?

Das Wasser, erwiderte Philalethes, fließt keinesweges durch das Papier selbst, sondern bloß durch dessen feine Oefnungen oder Zwischenräumchen, die man Poros nennt, und welche wir nächstens genauer betrachten wollen. Jezt mag zur Nachricht nur so viel dienen, daß man zur Zeit noch keine Materie kennt, welche nicht mit solchen kleinen Hölen und Oeffnungen versehen wäre, nur daß man sie selten mit blossen Augen, ja sogar oft nicht einmal durch die besten Vergrösserungsgläser erkennen, sondern meistentheils nur durch allerhand künstliche Versuche und Vernunftschlüsse entdecken kann. Das

Mehl

Mehl in der Mühle wird nicht etwa durch das Beuteltuch selbst, sondern bloß durch die Poros desselben, in den Mehlkasten gebeutelt. Wasser dringt nicht in die Theilchen der lockern Erde selbst ein, sondern bloß in die leeren Zwischenräumchen desselben. Der Regen fällt nicht etwa durch die Luft selbst, sondern nur durch ihre Poros, die von Materien leer sind, auf den Erdboden herab, und so weiter. Denn die Materien und Körper können sich nie durch einander selbst bewegen, sondern bloß durch ihre leeren Zwischenräume, oder Höhlen und Löcher, wenn diese nämlich groß genug dazu sind.

Amaliens Zweifel gegen den Satz von der Undurchdringlichkeit lassen sich demnach leicht heben. Allein man kann doch noch eine andere Einwendung gegen denselben machen, die ihn zwar ebenfalls nicht gänzlich umstößt, aber doch einigermaßen einschränkt.

Es läßt sich nämlich nicht überhaupt sagen, daß ein Körper von gar nichts durchdrungen werden könne, sondern nur, daß er in Hinsicht auf einen andern Körper undurchdringlich sey. Denn ein unkörperliches oder immaterielles Wesen muß offenbar alle Körper durchdringen können. Raum, zum Beispiele, ist zweifelsohne in allen Mate-

rien und Körpern zugleich mit enthalten. Dieser durchdringt sie, ohne Anstand, sie mögen sich befinden, wo sie wollen, das heißt, er weicht ihnen auf keine Weise aus, indem sie sich durch ihn bewegen. Er bewegt sich zwar, so viel wir wissen, freilich nicht eigentlich durch die Körper, sondern die Körper bewegen sich vielmehr durch ihn. Allein in Ansehung unseres obigen Satzes ist es völlig einerlei, ob sich der Raum durch die Körper bewegt, oder ob die Körper durch den Raum fortlaufen. Hieraus folgt also wenigstens dieses, daß Karl, der sich vielleicht künftig dergleichen philosophische Sätze näher bekannt machen muß, die Undurchdringlichkeit nicht ohne alle Einschränkung annehmen darf, wenn er deutlich denken lernen will.

Was aber der Raum selbst sey, das läßt sich durch keine Beschreibung deutlich machen. Denn gleichwie man nicht sagen kann, was, zum Beispiele, die rothe Farbe sey, sondern dieselbe bloß durch die sinnliche Empfindung von der grünen oder blauen unterscheiden muß: eben so kann man auch keine Worte zur Definizion des Raumes finden. Wir können uns denselben zwar vorstellen und uns einen Begriff davon machen: aber diesen Begriff können wir keinen andern Menschen

durch Worte mittheilen. Sehr gut ist es daher, daß alle Menschen schon wissen, was wir meinen, wenn wir den Raum nennen, ohne daß wir erst nöthig haben, ihnen solches zu sagen. Vormals haben sich zwar viele Philosophen bemühet, eine Erklärung vom Raume zu geben: allein es ist nur zu bedauern, daß aus dergleichen sogenannten Erklärungen kein Mensch recht klug werden kann, wenn er sich nicht ohnehin schon den Raum in seinem Verstande ordentlich vorstellet. Man behauptete nämlich fast allgemein, daß der Raum eigentlich gar nichts an und für sich, sondern bloß die Ausdehnung der Körper sey. Ohne Körper und Materie könne also gar kein Raum gedacht werden, sezte man hinzu, das heißt, wenn Gott unsere ganze Erde nebst ihrem Monde und zugleich auch die Sonne nebst allen Sternen vernichten oder zerstören wollte: so würde auch der ganze Weltraum zugleich mit vernichtet oder zerstöret werden. Aber diese Meinung ist offenbar falsch, und allen unsern vernünftigen Begriffen zuwider. Vielmehr kann man das Gegentheil behaupten, und sagen, der Raum sey das einzige Wesen, welches wir uns als unabhängig von allen andern Sachen vorzustellen im Stande sind, und welches ohne alle Körper oder Ma-

terien für sich selbst existiren kann, da im Gegentheile kein Körper jemals ohne Raum gedacht werden mag.

Stellt Euch vor, hier auf dem Tische läge ein Stücke Eis von der Größe dieses Dintenfasses: und Ihr werdet leicht erachten, daß es zu seiner Existenz nothwendig einen Raum erfodern müßte, welcher so groß, wie dieses Dintenfaß wäre. Traget Ihr nun dasselbe in Euren Gedanken vom Tische an einen andern Ort hin: so könnt Ihr doch den Raum, welchen es jezt hier einnimt, nicht mitnehmen, sondern derselbe bleibt hier, und es nimt am andern Orte einen andern Raum ein. Lasset Ihr ferner diesen Eisklumpen in Euren Gedanken zerschmelzen, und so klein werden, wie ein Gerstenkorn, oder auch noch kleiner: so wird zwar der Raum, welchen es dann einnimt, kleiner seyn, als anfänglich, aber ein Raum wird er gleichwohl immer noch bleiben, und immer noch eine gewisse Größe haben, so klein er auch immer werden mag. Denn es ist platterdings unmöglich, daß ein Körper, so klein oder groß man ihn sich denken mag, keinen Raum einnehmen, oder nicht in einem Raume existiren müsse. Dieses lehret uns also die gesunde Ver-

nunft aus Begriffen, die sich nothwendig alle Menschen von Raum und Körpern machen müssen, weil sie alle mit einerlei Sinnesorganen ausgerüstet sind.

Eben so lehrt auch die Vernunft einleuchtend genug, daß der Raum nicht aufhöre zu existiren, wenn auch gleich die Körper aus ihm vertrieben werden. Man kann sich nämlich sehr leicht vorstellen, daß der erwähnte Eisklumpen vernichtet, oder doch wenigstens in Gestallt seiner unsichtbarer Dünste aus der Stube hinaus in die freie Luft geführet werde. Aber daß darum auch zugleich der Raum, den das Eis jezt einimmt, mit aus der Stube hinaus fliegen müsse, das wird sich kein Mensch dabei vorstellen, und es ist auch kein Grund vorhanden, so etwas zu vermuthen; vielmehr weiß man schon, daß die Stube nichts von ihrem Raume verliert, und um kein Sonnenstäubchen kleiner wird, sondern vollkommen so groß, wie vorher bleibt, wenn gleich ein Körper daraus verschwindet.

Auch werdet Ihr Euch auf keine Weise vorstellen können, daß der Raum, den dieses Haus einnimmt, nicht mehr da seyn würde, wenn es unglücklicher Weise durch ein Erdbeben wäre verschlungen geworden. Vielweniger werdet Ihr

begrei-

begreiffen, daß der Raum, den jezt die Sterne mit ihrem Lichte erfüllen, zu existiren aufhören müßte, wenn Gott einmal alle Sonnen und Wandelsterne vernichten, oder wenigstens in fremde Regionen versetzen wollte, wo wir sie aus der Stelle des Weltraums, wo wir jezt uns aufhalten, nicht mehr sehen, folglich nichts von ihnen mehr wissen könnten.

So viel scheint jedoch gewiß zu seyn, daß wir uns keine Vorstellung von dem Raume würden machen können, wenn wir keine Körper, keine Materien in ihm wahrnähmen, oder wahrgenommen hätten. Aber da nun einmal alle Menschen wissen, daß jeder Körper nothwendig einen gewissen Raum zu seiner Existenz erfodert, wie auch, daß von keinem Raume etwas verlohren gehet, wenn die Körper, welche sich zufälliger Weise darin befinden, aus ihm hinweg genommen werden: so muß wenigstens dieses als eine klare Wahrheit gelten, daß man ehemals ohne allen Grund behauptet habe, der Raum hange bloß von dem Körper ab, und könne gar nicht existiren, wenn keine Körper wären. Sinne und Vernunft lehren vielmehr gerade das Gegentheil; denn diese geben uns hinlänglich zu erkennen, daß die Körper und Materien selbst vom

vom Raume abhangen, weil sie ohne ihn nie gefunden werden, und außer ihm nirgends existiren.

Sachen, die von Nichts abhangen, sondern für sich existiren, ohne etwas nöthig zu haben, worin sie sich aufhalten, oder befinden, pflegt man **Substanzen**, das heißt **selbstbeständige Sachen** zu nennen. Diejenigen Sachen hingegen, welche für sich allein auf keine Weise existiren, sondern allezeit in und bei andern Sachen zu finden sind, werden **zufällige Sachen**, oder **Accidenzen** genannt. Aber sowohl die selbstbeständigen als zufälligen Sachen können bloß unter gewissen Bedingungen ihr Daseyn haben, oder als existirend gedacht werden. Diese Bedingungen pflegt man zum Theil auch die **Eigenschaften** und **Beschaffenheiten** der Dinge zu nennen.

Der Raum, worunter ich nun den ganzen Weltraum verstehe, ist folglich eine selbstbeständige Sache, weil er, wenigstens nach menschlichen Begriffen, für sich allein sein Daseyn hat, und selbiges behält, wenn auch alle Körper aus ihm hinweg fallen. Man kann sich denselben aber anders nicht vorstellen, als nur unter der Bedingung, daß er nach allen Ge-

gen-

genden unendlich ausgedehnt, und von ewiger Dauer sey. Auf gleiche Weise sind auch die verborgenen Kräfte der Natur, oder die allerersten Ursachen der Veränderungen, die wir in der Welt wahrnehmen, selbstbeständige Sachen, weil sie gleichfalls für sich, ohne in etwas andern zu seyn, existiren können. Denn wer zweifelt, zum Beispiele, daß die Kraft, welche diese Theeschale gegen den Erdboden treibt, wenn ich sie fallen lasse, auch an andern Orten zugegen sey, wo man nichts fallen siehet? Man kann auch nicht sagen, daß zu ihrer Existenz ein Raum erfodert werde, welchen sie erfülle; denn die Bedingung, unter welcher man sich eine Kraft vorstellen muß, ist nur diese, daß dieselbe stets wirke.

Körper und Materien hingegen sind bloß zufällige Sachen, weil sie allezeit einen Theil des Raums erfüllen, und nirgends ohne ihn, nirgends außer ihm, ihr Daseyn haben. Man kann sich dieselben auch nie vorstellen, als nur unter der Bedingung einer gewissen Dauer, und unter andern verschiedenen Eigenschaften; denn wir finden sie allezeit entweder schön oder häßlich, alt oder neu, weich oder hart, locker oder dicht, flüßig oder vest, gespannt oder schlaff, spröde

oder

oder zäh, sichtbar oder unsichtbar, und so weiter.

So viel begreiffe ich wohl, sagte Amalie, daß kein Körper in der Welt seyn könnte, wann kein Raum darin wäre, so, wie ich mir im Gegentheile ganz leicht einen Raum vorstellen kann, worin sich nichts, wenigstens kein Körper befindet. Aber wenn hierin der Unterschied zwischen selbstbeständigen und zufälligen Sachen zu suchen ist: so scheint ja eigentlich weiter gar keine selbstbeständige Sache, als nur der Raum allein, in der Welt zu existiren? Denn in ihm ist ja Alles, und mithin sind auch wohl die Kräfte selbst nur in ihm zu suchen, die Sie doch davon als unabhängig zu erklären belieben.

So scheint es zwar, erwiderte Philalethes, und sezte hinzu, daß aus dieser Ursache auch sogar schon einige Philosophen auf den Gedanken gerathen wären, den Raum und Gott selbst für einerlei Wesen zu halten, indem sie dem Raume alle diejenigen Kräfte als wesentliche Eigenschaften beigelegt hätten, welche die Körperwelt hervorgebracht haben, und noch immer in ihr bewirken. Allein dergleichen Untersuchungen, fuhr er fort, sind für uns viel zu hoch. Wir wissen überhaupt von dem Wesen der Dinge in der Welt gar nichts, oder doch

nur

nur herzlich wenig; denn bloß der Schein der Dinge ist es, den wir kennen und mit unsern Sinnen empfinden.

Obige Bestimmungen der Dinge, welche man unter dem Namen der Substanzen und Accidenzen verstehen soll, habe ich aber bloß darum hier in helleres Licht zu setzen für gut gefunden, daß Karl einst nicht etwa nur die Körper und Materien für wirkliche Sachen, Raum und Kräfte hingegen als Nichts achte, wenn er einmal den Satz, daß die Körper und Materien undurchdringlich sind, ohne alle Einschränkung vorgetragen findet. Undurchdringlich sind nämlich Materien und Körper nur in Hinsicht auf Materien und Körper selbst, nicht aber in Hinsicht auf andere Sachen, indem Raum und Kräfte offenbar durch sie dringen, offenbar mit ihnen zugleich sich in einer und eben derselben Stelle befinden können.

Wer also seine Begriffe von den Materien und Körpern andern Menschen deutlich zu machen glaubt, wenn er sagt, daß alles, was ausgedehnt und undurchdringlich ist, Materie oder Körper sey, der irret offenbar. Denn er sagt ja hiemit weiter nichts, als: was körperlich ausgedehnt ist, und über dieses von keinem Körper durchdrungen werden kann, das ist

Materie oder Körper; woraus wir aber freilich weiter nichts lernen, als was wir vorher schon wissen, weil uns erst bekannt seyn muß, was Körper und körperliche Ausdehnungen sind, ehe wir eine solche Erklärung verstehen können.

Demnach wollen wir uns lieber der weniger gelehrten Redensart bedienen, und schlechthin sagen: alle Sachen sind Materie oder Körper, welche **fühlbar** sind, oder die in unsere Sinne fallen.

Alle fühlbare Sachen lassen sich ferner in bestimmte Grenzen einschließen, über welche die Fühlbarkeit nicht hinnaus reicht. Hier dieses Buch könnet Ihr zum Beispiele ganz durchblättern und fühlen: aber sobald Ihr über dessen Grenzen hinnaus greiffet, fühlet Ihr von ihm nichts mehr. Eben so läßt sich Wasser in bestimmte Grenzen einschließen, und wir fühlen von ihm nichts, wenn wir es nicht innerhalb dieser Grenzen berühren, wie zum Beispiele das Wasser in diesem Glase, oder in einem Teiche, oder im Oceane und so weiter.

Betrachtet man nun die fühlbaren Sachen bloß, in wiefern man sie fühlt, oder siehet, oder riecht, oder schmeckt, ohne auf ihre Grenzen einige Rück-

sicht zu nehmen: so nennt man sie Materien schlechthin. Betrachtet man aber zugleich auch ihre Grenzen, wo diese Fühlbarkeit aufhöret: so pflegt man sie Körper zu nennen. Also denkt man sich allemal einen Körper, so oft man sich eine fühlbare Sache in bestimmte Grenzen eingeschlossen vorstellt, so, wie man sich im Gegentheile bloß Materie denkt, wenn man keine bestimmten Grenzen dabei in Betrachtung ziehet.

Man pflegt überdieses die Grenzen der fühlbaren Sachen die Gestallt oder Figur derselben zu nennen. Folglich kann man auch sagen, daß alle fühlbare Sachen, die eine bestimmte Gestallt haben, oder die man sich wenigstens unter einer gewissen Gestallt vorstellet, Körper sind. Wenn wir uns zum Beispiele bloß Marmor, Holz, Wein, wohlschmeckende Speisen, Rosenduft, und so ferner, vorstellen: so haben wir gar nicht nöthig, diese Dinge unter einer gewissen Gestallt zu betrachten, indem es uns oft ganz einerlei ist, ob sie wie Staub oder wie Kugeln, wie Menschen oder wie Windmühlen, wie Austern oder wie Fische gebildet sind. Einige von diesen Sachen kann man sich nicht einmal füglich unter einer bestimmten Gestallt vorstellen,

wie

wie zum Beispiele den Duft wohlriechender Blumen, oder dergleichen, daher auch alle diese empfindbaren oder fühlbaren Dinge nur den Namen der Materien führen. Aber sobald man sich eine marmorne Statüe, einen hölzernen Sarg, ein menschliches Geribbe, ein Brod, einen Dukaten, und so weiter, vorstellet, sobald stellet man sich auch bestimmte Grenzen vor, wo die dazu gehörige Materie, folglich auch ihre Fühlbarkeit aufhöret. Mithin denkt man sich die Materien in solchen Fällen unter bestimmten Gestallten, das heißt, man stellt sich dieselben unter dem Namen der Körper vor.

Bisher haben wir also die Begriffe von den Materien und Körpern noch nicht getrennt gehabt, weil uns ihr Unterschied noch nicht bekannt gewesen. Aber von nun an wollen wir alle fühlbare Sachen, in sofern wir uns dieselben unter keiner bestimmten Gestallt vorstellen, schlechthin Materien nennen, um sie dadurch allemal von andern fühlbaren Sachen zu unterscheiden, die immer eine gewisse Figur haben und Körper heißen, wie zum Beispiele die Häuser, Bäume, Spiegel, Bücher, Oefen, Federn, Dukaten, u. dgl.; denn es ist nöthig, daß wir allezeit, so gut als möglich, bestimmt

reden, weil sonst unsere Begriffe immer verworren oder schwankend bleiben, und zu allerlei Wortstreitigkeiten und Mißverständnissen öfters Anlaß geben — Morgen wollen wir in diesen Betrachtungen weiter fortfahren.

---

## Zweite Unterhaltung.

### Fortsetzung der Begriffe von den physischen Körpern.

Aber einige fühlbare Sachen scheinen ja niemals eine bestimmte Gestallt zu haben, sagte Karl, als er sich mit seiner Schwester zur vestgesezten Stunde bei Philalethes wieder einfand. Also wird man sie, sezte er hinzu, auch wohl niemals Körper nennen dürfen? Wein, Wasser, Luft, Oehl u. s. w. scheinen mir dergleichen Sachen zu seyn?

Wenigstens pflegt man sie, erwiderte Philalethes, eher nicht Körper zu nennen, bis man ihnen entweder in der That, oder doch in den Gedanken, eine gewisse Gestallt zugeeignet hat: außerdem kommen sie mir unter dem allgemeinen Namen der Materien vor. Luft überhaupt betrach-

trachtet ist eine bloße Materie: aber ein Theil von ihr, welcher sich zum Beispiele in dieser Stube befindet, und folglich ihre Gestalt angenommen hat, kann ein Körper genannt werden. Aus eben dem Grunde ist auch ein Glas Wasser ein Körper, desgleichen eine Flasche Wein, ein Vaß Oehl, ein Sack voller Sand, u. s. f.

Wie heißen aber wohl diejenigen Materien, welche die Figur der Gefäße, worein man sie schüttet, sogleich annehmen, und sofort wieder heraus fließen, wenn man die Gefäße umkehrt?

Vielleicht flüßige Materien? antwortete Karl.

Richtig, fuhr Philalethes fort. Ihnen sind also die vesten entgegen gesezt. Allein wir müssen uns die vorzüglichsten Eigenschaften der Materien überhaupt etwas näher bekannt machen, ehe wir zu den Betrachtungen der Naturbegebenheiten fortschreiten können. Darum will ich mich sogleich jezt über diesen Gegenstand ausführlicher erklären.

Philalethes hatte sich schon ein großes Glas voll reinen Wassers zur Hand gesezt, welches wohl einen Fuß hoch und einen halben Fuß dicke war, folglich über eine Million Wassertropfen enthielt, wenn man für den Durchmesser eines

jeden den zwölften Theil einer Daumenbreite annimmt. In dieses Wasser schüttete er nun einen Viertelsgran von dem sogenannten Dresdner Wunderblau, und rührte alles mit einer reinen Feder fleißig um. Da färbte sich diese ganze Wassermasse davon ungemein schön hochblau, so, daß, wenn man einen Pinsel darein tauchte und einen Strich damit auf weißes Papier machte, derselbe gleichfalls noch schön hochblau erschien.

Dann ließ Philalethes etliche Tropfen Vitrioläther in gelinder Wärme verdampfen: und hievon wurde die ganze Stube mit einem ziemlich starken und nicht unangenehmen Geruch erfüllt.

Ihr werdet, fuhr sodann Philalethes fort, zwar längst schon wissen, daß alle Körper und Materien, welche Ihr bisher kennen gelernet habt, sich in Stücken oder Theile zertheilen lassen. Holz läßt sich in feine Stücken spalten, oder auch mit einer Raspel in Staub zermalmen. Eisen kann man zerfeilen, Steine zerstoßen, Erde zerbröckeln, Wasser zerspritzen, u. s. w. Aber daß die Theilbarkeit einiger Materien, ja man kann sagen, aller Materien, sich so erstaunlich weit erstrecke, das werdet Ihr wohl allererst aus diesen Versuchen abgenommen haben.

ben. Die etlichen Körnchen Wunderblau waren ja so klein, daß wir sie kaum erkennen konnten: gleichwohl haben sie nun über eine Million Wassertropfen blau gefärbt. Mithin muß nun jeder Wassertropfen eine große Menge blauer Theilchen enthalten, welche vorhin zu den wenigen Körnchen gehöreten. Streichen wir einen solchen gefärbten Tropfen auf weißes feines Papier: so können wir mit einem guten Vergrößerungsglase diesen blauen Streifen abermals wohl in eine Million kleiner Theile, welche alle noch blau erscheinen, dem Augenscheine nach eintheilen. Und hieraus muß folgen, daß in jenen paar Körnchen Wunderblau wenigstens eine Billion kleiner Theilchen gesteckt haben, welche nun auf dem Papiere unter dem Vergrößerungsglase neben einander ausgebreitet erscheinen, und wovon jedes noch wahres Wunderblau ist. Auf gleiche Weise haben sich auch die sechs Tropfen Vitriolâther durch den ganzen Raum dieser Stube verbreitet, und jeden Theil desselben, so klein wir ihn auch annehmen, mit einigen ihrer Theilchen imprägnirt, so, daß wir sie nun allenthalben mit unsern Geruchsorganen wahrnehmen. Es ist aber diese Stube sechzehn Fuß tief, funfzehen Fuß breit, und zehen Fuß hoch. Mithin enthält sie über 7 000 000 000 Kubiklinien, und

in jeder Kubiklinie sind wenigstens etliche Theilchen des verdampften Vitrioläthers enthalten. Folglich müssen jene sechs Tropfen desselben in mehr als in 7 000 000 000 Theilchen, die alle wirklicher Vitrioläther gewesen sind, getheilt worden seyn. Ja, ein einziger Gran Goldes läßt sich sogar ganz füglich in 60 000 000 000 Theilchen theilen, die alle unter einem guten Mikroskope noch als wirkliches Gold erscheinen. Gleichwohl darf man auch diese bewundernswürdigen kleinen Theilchen der Materien lange noch nicht für die allerkleinsten halten; denn sie sind alle aus noch weit kleinern Theilchen, die wir aber weder mit bloßen Augen, noch durch Vergrößerungsgläser jemals erreichen, auf eine uns unbegreifliche Weise zusammengesezt. Bekanntlich bestehet jeder thierische Körper aus Nerven, Muskelfibern, Gevåßen, Såften u. s. w. Nun aber giebt es lebendige Thierchen, welche tausend million mal kleiner, als ein Sandkörnchen sind. Wie fein müssen da nun erst ihre Gliedmaßen, ihre Muskeln, ihre Nerven, ihre Saftgevåße seyn? Thierische Såfte bestehen überdieses nie bloß aus Wasser, sondern zugleich auch aus Erde, Oehl, Salz u. s. f.: wer vermag nun aber erst sich die Kleinheit oder Größe der Theilchen dieser Materien zu denken?

Doch

Doch vor der Hand wollen wir aus dergleichen Versuchen und Beobachtungen bloß diese Lehre ziehen, daß jeder Körper und jeder Materienklumpen, so klein er auch seyn mag, aus einer unbegreiflich großen Menge kleiner Theilchen bestehe, ich sage, daß jede Materie außerordentlich theilbar sey. Ob aber diese Theilbarkeit in der That ins Unendliche fortgehe, oder ob man zulezt auf Theilchen kommen müsse, die sich weiter durch keine Kraft zerstückeln lassen, das können wir mit Gewißheit ganz und gar nicht entscheiden. Wir wissen hievon weiter nichts mit Gewißheit zu sagen, als nur dieses, daß kein Mensch in der Welt ein Ende dieser Theilbarkeit finden kann, weil auch die allerfeinsten Materientheilchen, die wir durch die besten Vergrößerungsgläser erblicken und unterscheiden können, von einer höhern Naturkraft oft noch in millionen mal kleinere Theilchen können zerlegt werden. Allein wahrscheinlich ist es doch, daß wenigstens die Natur oder Gott selbst irgendwo ein Ende dieser bewundernswürdigen Theilbarkeit finden müsse: ich sage, es ist höchst wahrscheinlich, ja beinah gewiß, daß die Natur bei der Auflösung und Zerstreuung der Materien zulezt auf Theilchen derselben gelange, welche sich wegen ihrer Feinheit auf keine Weise von ihr wei-

ter zertheilen oder zerstückeln lassen. Ob also diese Theilchen von Kräften, die den Naturkräften überlegen sind, noch weiter bis ins Unendliche zerstückelt werden können, das wollen wir darum ganz an seinen Ort gestellt seyn lassen, weil jene höhern Kräfte außerhalb unserm Gesichtskreiße liegen, und weil wir nur Naturbegebenheiten betrachten wollen.

Diese kleinsten Theilchen, welche die Natur wahrscheinlich weiter nicht zu zerstückeln fähig ist, pflegt man Atomen zu nennen, welcher Name auch schon dem Wortverstande nach Dinge, die weiter keine Theile haben, bedeutet.

Aber von einerlei Art und Beschaffenheit können diese kleinsten Theilchen ebenfalls nicht alle seyn, sondern es muß vielmehr in Ansehung ihrer Eigenschaften ein gewisser Unterschied zwischen ihnen Statt finden. Daher lassen sie sich füglich in so viele besondere Klassen eintheilen, als man einfache Grundstoffe oder sogenannte Elemente der Materien und Körper anzunehmen pflegt. Man nimmt nämlich an, daß jeder einfache Grundstoff der Materie, das heißt, jedes Element, aus lauter Theilchen von einerlei Art und Beschaffenheit bestehe; daher denn ganz nothwendig verschiedene materielle Grundstoffe

in

in der Natur existiren müssen, wenn nicht alle kleinste Theilchen einerlei Eigenschaften haben, sondern von verschiedener Art sind.

Stellt man sich demnach einen Haufen vereinigter kleinster Theilchen vor, welche durchaus alle von einerlei Art sind, oder durchaus einerlei Eigenschaften haben: so denkt man sich eine sogenannte einfache Materie, oder einen Grundstoff der Materie, das heißt, ein Element, welches, wie leicht zu erachten, so gut, wie jeder Materienklumpen, theilbar ist, nur daß es nicht in Theile von verschiedener, sondern bloß von einerlei Art zerlegt werden kann. Stellt man sich im Gegentheile einen Haufen vereinigter Atomen von verschiedener Art vor: so denkt man sich eine Materie, welche aus verschiedenen einfachen Grundstoffen, oder Elementen zusammen gesezt, und folglich wieder in dieselben zerlegbar ist.

Zusammengesezte Materien finden wir fast allenthalben, wohin wir blicken. Ganz einfache Materien hingegen, oder vollkommen reine Elemente, hat man bisher noch nicht gefunden, so große Mühe man sich auch darum gegeben, wie denn vorzüglich die Scheidekünstler ungemein viel Sorge und Fleiß auf dergleichen Untersu-

chun-

chungen verwandt, aber ihre Arbeiten in dieser Hinsicht mit keinem glücklichen Erfolge belohnt gefunden haben. Schwerlich werden sie auch jemals einen solchen ganz reinen einfachen Grundstoff entdecken; denn die Natur verbindet wahrscheinlich stets Theilchen von verschiedener Art miteinander, indem der Schöpfer die Verschiedenheit einzelner Materien und Körper in der Welt eben so wohl, wie die Symmetrie und Uebereinstimmung aller Theile des ganzen Universums, zu einem ewigen und unveränderlichen Gesetz gemacht zu haben scheint. Man pflegt zwar gewöhnlich Luft, Wasser, Feuerstoff, und Erde, für einfache Grundstoffe oder Elemente zu halten: allein eigentliche Elemente sind sie, so roh, wie sie in unsere Sinne fallen, keinesweges; denn sie lassen sich oft selbst noch in verschiedene Grundstoffe zerlegen. Nur so viel ist richtig, daß man sie aus vielen zusammengesezten Materien, zum Beispiele, aus Holz, Bein, Fleisch, Brod, Milch u. s. w., abscheiden oder erhalten kann.

Mithin sind eigentlich alle Materien, die wir wirklich sehen, fühlen, riechen und schmecken, oder von welchen wir uns klare Vorstellungen machen können, zusammengesezte Mate-

rien,

rien, die daher aus Theilchen von verschiedener Art bestehen. Auch sind sie alle entweder vest oder flüßig, dicht oder locker, hart oder weich, zäh oder spröde, schlaff oder elastisch.

Flüßige Materien sind solche, welche, wenn man sie aus einer beträchtlichen Höhe herabfallen läßt, im Freien von sich selbst in Tropfen zerfallen, oder sich zerstreuen. Dabei haben sie zugleich die Eigenschaft, daß sie nicht nur die Form der Gefäße, worein man sie gießt, augenblicklich annehmen, sondern auch jedem andern Körper leicht ausweichen, um ihnen den Durchgang zwischen ihren Theilen zu verstatten. Wasser, Wein, Oehl, Quecksilber, Luft, feiner Uhrsand, und andere solche Sachen, werden daher insgemein zu den flüßigen Materien gezählt.

Veste Materien hingegen heißen diejenigen, welche nicht zerfallen, wenn man sie aus einer merklichen Höhe herab wirft, wenigstens nicht eher, als bis dieselben an etwas Hartes anstoßen. Auch nehmen sie die Figur der Gefäße, worin man sie etwa aufbewahret, nicht freiwillig an, sondern müssen, wenn man ihnen eine gewisse Gestalt geben will, erst mühsam bearbeitet werden; denn ihre Theile hangen

gen vest aneinander, und lassen daher auch nicht leicht andere Körper zwischen sich durch, indem sie ihnen anders nicht, als nur gezwungen, ausweichen. Hieher gehören also insgemein Holz, Metall, Stein, Fleisch, Bein, Papier, Glas, Erdschollen, Horn, u. s. f.

Hiebei muß man aber merken, daß zum Beispiele die einzelnen Sandkörnchen, jedes für sich, veste Körperchen sind, obgleich ein ganzer Sack voller feinen Sandes zu den flüßigen Wesen gezählt werden kann. Und eben so sind wahrscheinlich auch die feinsten Theilchen des Wassers, des Weins, des Oehls, des Quecksilbers, u. s. w. veste Theilchen, indem nur immer ganze Mengen derselben erst flüßige Materien ausmachen.

Ferner ist zu merken, daß die meisten flüßigen Materien, die wir kennen, unter gewissen Umständen in veste verwandelt werden, so, wie im Gegentheile die meisten vesten Materien unter gewissen Bedingungen zu den flüßigen gehören, daher ich auch wohlbedächtig hinzugesezt habe, daß zum Beispiele das Wasser nur insgemein flüßig, das Metall nur insgemein vest sey. Wasser und Quecksilber werden nämlich bei strenger Kälte wirklich zu vesten Materien,

rien, indem das erstere alsdann Eis, das leztere hingegen vestes Quecksilber genannt wird. Quecksilber erfodert zwar freilich eine sehr strenge Kälte, wenn es zu einer vesten Masse gefrieren soll; denn dieses läßt sich nur in einem sehr kalten Winter dadurch bewerkstelligen, daß man Salpetersäuere mit geschabtem Eise vermischt, und in diese Mischung das Quecksilber sezt. Allein manche andere flüßige Wesen, wie zum Beispiele manche Oehle, werden dafür auch bei einer weit geringern Kälte schon in veste Materien verwandelt. Auf der andern Seite läßt sich dafür auch Eisen, Kupfer, Silber, Gold, ja der vesteste Kieselstein, in heftiger Hitze wie Wasser schmelzen. Mithin darf man keineswegs glauben, daß einigen Materien die Vestigkeit, andern die Flüßigkeit nothwendig und wesentlich eigen sey; denn ob man dieselben vest oder flüßig nennen soll, das kommt, wie Ihr aus den angeführten Beispielen leicht erachten könnet, bloß auf die äußerlichen Umstände an, in welchen sie sich befinden.

Unter **lockern** Materien verstehet man diejenigen; welche sich mit leichter Mühe zusammen drücken lassen, wie zum Beispiele, Wolle, Meerschwamm, frisches Brod, Eiderdaun, und der-

dergleichen. Es ist leicht zu erachten, daß man diese Materien gar nicht würde zusammen drücken können, wenn die kleinsten Theilchen derselben dergestalt zusammen geordnet und verbunden wären, daß keine leeren Räumchen sich zwischen ihnen befänden. Denn wir nehmen an, daß die kleinsten Materientheilchen jeder Art, oder die sogenannten Atomen, unveränderlich sind, folglich auch nicht zusammen gedrückt werden können. Wenn daher irgendwo eine Menge solcher unveränderlichen Theilchen so nahe an einander lägen, daß nirgends ein leeres Zwischenräumchen zwischen ihnen zu finden wäre: so würden sie sämmtlich einen Materienklumpen ausmachen, der ebenfalls nicht zusammen gedrückt werden könnte. Also sind alle lockere Materien mit Zwischenräumchen versehen. Freilich findet man in diesen Zwischenräumchen gewöhnlich auch wieder Materien: aber diese sind allemal noch weit lockerer, und haben folglich noch größere Zwischenräumchen, als die Hauptmaterien selbst, in deren Zwischenräumchen sie stecken. Auch gehören sie gar nicht zu den Hauptmaterien selbst, sondern sind ihnen ganz fremd, und werden daher fremde, oder von Außen hinzu gekommene Materien genannt. So sind zum Beispiele die Augen im Brode oder

Meer-

Meerschwamme und andern dergleichen Dingen gewöhnlich nicht ganz leer, sondern mit Luft angefüllet. Aber diese Luft gehöret nicht zur Masse des Brodes oder Schwammes, weil man sie heraustreiben kann, ohne darum das Wesen des Brodes oder Schwammes zu verändern. Ja man kann sogar Wasser statt Luft in diese Löcher und leeren Räumchen füllen, ohne darum dem Schwamme zu schaden, oder das Brod zu verderben. Oft ist auch Oehl und Salz oder sonst etwas in solchen Zwischenräumchen enthalten. Die Dachte in den Lampen, das gesalzene Wasser, und viele andere Materien können hier zu Beispielen dienen. Aber je weniger fremde Materien in den gedachten Räumchen einer Hauptmaterie enthalten sind, und je größer die Größe oder Menge dieser kleinen Hölen ist, desto lockerer ist auch die Materie selbst, wobei nur noch zu erwägen, daß die fremden hinzugekommenen Materien, welche sich in den Hölen einer andern befinden, ebenfalls mit noch kleinern Hölen oder Zwischenräumchen versehen sind.

Unter **dichten** Materien hingegen verstehet man diejenigen, welche sich durch keine Gewalt beträchtlich zusammen drücken lassen. Mithin müssen die Räumchen, die sich zwischen ihren

Atomen befinden, überaus klein seyn, und in ihnen muß ungemein wenig fremdartige Materie stecken.

Eine vollkommen dichte Materie würde diejenige seyn, welche sich durch keine Gewalt, so stark sie auch wäre, im geringsten zusammen drücken ließe. Aber eine solche Materie giebt es in der ganzen Welt nicht, so viel wir wissen. Denn alle Materien und Körper, die wir kennen, so dicht sie auch immer seyn mögen, sind mit feinen Hölen oder leeren Räumchen versehen, welches aus mancherlei Versuchen unumstößlich erwiesen werden kann. Mithin lassen sich alle Materien, die wir kennen, so dicht sie auch seyn mögen, dennoch allezeit ein wenig zusammen drücken, und sind folglich nicht vollkommen dicht.

Man siehet also wohl, daß die Begriffe von der Dichtigkeit und Lockerkeit bloß relative Begriffe sind, oder, daß man oft eine Materie in Vergleichung mit einer andern dicht, und in Vergleichung mit einer dritten locker nennen kann. Vergleicht man, zum Beispiele, Wasser mit Luft: so findet man diese locker und jenes dicht. Vergleicht man aber Wasser mit Blei oder Eisen: so sagt man, Blei oder Eisen sey dicht, Wasser dagegen sey locker.

Die

Die dichteste unter allen Materien, die wir kennen, ist die gereinigte Platina, ein besonderes Metall, welches man in Peru, und zwar vorzüglich in der Provinz Quito findet. Aber vollkommen dicht ist sie dennoch nicht, sondern enthält ebenfalls leere Räumchen zwischen ihren Bestandtheilchen, und läßt sich mithin ein wenig zusammen drücken. Etwas minder dicht ist reines Gold, welches vormals, ehe man die Platina entdeckt hatte, für die dichteste aller Materien gehalten wurde. Noch minder dicht ist ausgemünztes oder sonst verarbeitetes Gold, weil solches allemal mit Kupfer oder Silber vermischt, folglich nicht mehr ganz rein ist. Noch minder dicht ist Quecksilber, noch minder Blei, u. s. w. Denn die Dichtigkeit oder Lockerkeit der Materie ist überhaupt ganz erstaunlich verschieden: aber die zum mindesten dichte scheint gleichwohl die Luft zu seyn, indem sie nahe am Erdboden auf dem flachen Lande wohl 800 mal minder dicht, als Regenwasser, oder wohl 15000 mal minder dicht als reines Gold ist, und über dieses auf hohen Bergen noch weit lockerer gefunden wird, wie wir künftig ausführlicher hören werden.

Man pflegt aber die Dichtigkeit der Materien aus der Größe des Raumes, den sie er-

füllen, und aus ihrem Gewicht zu beurtheilen. Wenn man daher zum Beispiele sagt, Quecksilber sey vierzehn mal dichter, als Regenwasser: so ist es eben so viel, als ob man sagt, jenes habe vierzehen mal mehr Gewicht, als dieses, wobei zu merken, daß man von beiden Materien in Ansehung des Raumes, den sie erfüllen, jedesmal gleich viel in Betrachtung ziehet, zum Beispiele von jeder einen Kubikzoll oder einen Kubikfuß, u. s. w.; denn das Gewicht jeder Materie hängt von der Menge ihrer Theilchen ab. Enthält nämlich ein bestimmter Raum voller Materie mehr Theilchen, als eine andere Materie, die einen eben so großen Raum erfüllet, so hat jene auch mehr Gewicht, als diese. Die Theilchen der einen Materie können nämlich sehr viel näher an einander liegen, als die Theilchen der andern: folglich müssen auch zur Anfüllung eines bestimmten Raumes von jener Materie mehr Theilchen erforderlich seyn, als von dieser, und jene müssen zusammen genommen mehr wiegen, als diese, eben weil die Menge derselben dort größer, hier aber geringer ist, und weil das Gewicht, wie gesagt, bloß von der Menge dieser Theilchen abhängt. Ein Kubikfuß reines Blei, zum Beispiele, wiegt mehr als ein Kubikfuß reines Eisen: folglich

ent-

enthält jenes mehr Theilchen, und ist also auch dichter als dieses, indem die Theilchen des erstern enger zusammen gedrängt sind, und kleinere leere Räumchen zwischen sich enthalten, als die Theilchen des leztern.

Hiebei muß man noch merken, daß das verschiedene Gewicht, welches verschiedene Materien haben, wenn sie gleich große Räume erfüllen, in vielen Büchern die eigenthümliche oder specifische Schwere heißt. Allein dieser Ausdruck ist, wie wir in der Folge sehen werden, nicht gut gewählt, und man muß dieses verschiedene Gewicht lieber das eigenthümliche oder specifische Gewicht nennen; denn Schwere und Gewicht unterscheiden sich noch gar sehr von einander. Eigenthümliches oder specifisches Gewichte der Materien ist also eben das, was ihre eigenthümliche Dichtigkeit ist; denn um wie viel eine Materie dichter oder lockerer sey, als eine andere, kann gewöhnlich nur dadurch erkannt werden, daß man untersucht, wie viel ein Kubikzoll oder ein Kubikfuß der einen mehr oder weniger wiegt, als ein eben so großes körperliches Maaß der andern.

Von einem Materienklumpen, welcher mehr wiegt, als ein anderer von eben der Größe, sagt

man auch, er habe mehr Masse, als dieser. Und hieraus mag erhellen, daß die Wörter Masse, Dichtigkeit, und eigenthümliches Gewicht, im Grunde alle drei einerlei Begriff ausdrücken. Jede Materie enthält nämlich allemal desto mehr Masse, desto mehr eigenthümliches Gewicht, desto mehr Dichtigkeit, je mehr er kleinste Theilchen oder sogenannte Atomen enthält, wenn der Raum, den sie erfüllet, wie sich von selbst verstehet, in allen Fällen von einerlei Größe angenommen wird.

Unter harten Materien verstehet man diejenigen, welche sich anders nicht, als nur mit großer Gewalt in kleinere Stücken zertheilen, und zu Körpern von beliebiger Gestalt bilden lassen, wie zum Beispiele Eisen, Demant, Rubin, Topas oder andere harte Steine, u. dgl. Vollkommen hart würde daher eine Materie seyn, wenn sie sich durch gar keine Kraft zertheilen oder sonst bearbeiten ließe. Aber eine solche giebt es ebenfalls nicht, wenigstens ist uns Menschen keine von dieser Art bekannt. Nur den kleinsten Theilchen der Materien, oder den Atomen, können wir eine vollkommene Härte beimessen. Denn wenn diese, wie wir gestern sehr wahrscheinlich gefunden haben, wirklich

lich untheilbar sind: so müssen sie nothwendig auch vollkommen hart seyn, weil sie sonst in der That in noch kleinere Stückchen müßten zertheilet werden können, welches doch der Voraussetzung schnurstraks zuwider wäre.

Weich sind hingegen diejenigen Materien, welche sich zwar mit leichter Mühe zertheilen oder sonst bearbeiten lassen, aber doch die Gestalt, welche man ihnen gegeben hat, nicht leichtlich von sich selbst, oder durch den Druck ihrer eigenen Last, wieder verändern. Aufgelöster Gips, nasser Thon oder Lehm, ausgewirkter Teig und andere solche Dinge, gehören hieher.

Es ist im übrigen leicht zu erachten, daß es verschiedene Grade der Weichheit gebe, so, wie es verschiedene Grade der Härte, der Dichtigkeit und Vestigkeit giebt. Wenn aber eine Materie so weich ist, daß ihre Oberfläche von sich selbst sogleich eben wird, wenn man sie in ein Gefäße schüttet: so nennt man sie flüßig, wie wir vorhin schon gehöret haben, woraus denn leicht abzunehmen, daß die weichen Materien, in Hinsicht auf ihre Konsistenz, gleichsam das Mittel zwischen den flüßigen und vesten halten.

Spröde Materien sind solche, die leicht zerreißen oder zerbrechen, wenn man sie dehnen oder biegen will, zum Beispiele Glas, Porzellan, Spießglanz, dürres Holz, Töpfergeschirr, u. s. f.

Unter zähen Materien hingegen verstehet man diejenigen, welche nicht leicht zerreißen oder zerbrechen, wenn man sie dehnt und biegt, und von dieser Art ist Gold, Silber, gutes Kupfer, Stahl, Vogelleim, Leder, oder dergleichen.

Elastisch ist eine Materie, wenn sie sich nicht nur in einen kleinern Raum zusammen pressen läßt, sondern sich auch, sobald man aufhöret sie zusammen zu pressen, aus eigener Kraft wieder in ihren vorigen weitern Raum ausdehnet, und ihre ursprüngliche Gestalt, wenn man sie als Körper betrachtet, von sich selbst wieder herstellet. Federn besitzen diese Eigenschaft vorzüglich; daher pflegt man dieselbe auf teutsch auch die Federkraft oder Spannkraft, lateinisch Elastizität zu nennen. Noch besser aber, als an den natürlichen Federn, zeigt sich diese Eigenschaft an jenen künstlichen Stahlfedern, womit man Stühle und Sofas zu polstern pflegt.

Es giebt zwar auch Materien, welche von der Hitze gewaltig ausgedehnt und gespannet, von der Kälte hingegen zusammen gezogen werden. Allein diese Materien darf man darum doch nicht elastisch nennen; denn die Ursache ihrer Ausdehnung ist hier nicht in der Elastizität, sondern bloß in der Hitze zu suchen, welche bekanntlich keiner Materie wesentlich eigen ist, wie etwa die Elastizität einer Feder, sondern in allen Materien bald zugegen, bald nicht zugegen seyn kann, daher sie auch keine besondere Eigenschaft, sondern ein bloßes Accidenz der Materien genannt werden darf. Hier ist aber nur die Rede von einigen verschiedenen Haupteigenschaften der Materien, und keinesweges von solchen Accidenzen, oder zufälligen Ursachen, die zuweilen diese Eigenschaften verändern: und künftig werden wir sehen, daß die Hitze, als ein solches Accidenz, nicht nur die Elastizität oder Spannung, sondern auch sehr viele andere Eigenschaften der Materien, ganz erstaunlich verändern kann.

Das Gegentheil der Elastizität oder der Spannung pflegt man Schlaffheit zu nennen. Schlaffe Materien sind folglich diejenigen, welche sich nicht aus eigener Kraft wieder auszu-

dehnen bestreben, wenn sie verdichtet oder zusammen gepreßt sind, wie zum Beispiele weiches Wachs, nasse Wäsche, angefeuchtete Erde, oder dergleichen.

Was im übrigen diejenigen Eigenschaften der Materien betrifft, welche wir bloß durch das Gesicht, oder auch durch den Geruch und Geschmack, nicht aber durch das Gefühl wahrnehmen, wie zum Beispiele die verschiedenen Farben, oder die Durchsichtigkeit, so können wir uns dieselben erst künftig bequem bekannt machen.

Aber die Grenzen zwischen Vestigkeit und Flüßigkeit, zwischen Weichheit und Härte, zwischen Elastizität und Schlaffheit, u. s. w., kann man im übrigen sehr nach Willkühr annehmen, und zwar darum, weil die Begriffe von allen diesen Eigenschaften der Materien, wie gesagt, bloß vergleichungsweise Statt finden. So sind zum Beispiele die zähen Materien desto zäher oder dehnbarer, je weniger spröde sie sind, indem sie im Gegentheile desto spröder sind, je weniger Zähigkeit an ihnen gefunden wird. Auch können Materien, welche in gewisser Beziehung sehr hart sind, in Vergleichung mit andern oft weich genannt werden. Denn wer

wird

wird zweifeln, daß zum Beispiele Birkenholz, als Holz betrachtet, hart sey, da es von allen Menschen hartes Holz genannt wird. Allein in Vergleichung mit Stahl ist es dennoch weich, wenigstens weicher als dieser, so, wie dieser wiederum weicher als Demant ist. Auf gleiche Weise ist auch ein Bogen, womit Pfeile abgeschossen werden, schlaffer, wenn er nicht gespannt, als wenn er gespannt ist, ohngeachtet er im erstern Falle in Vergleichung mit andern schlaffen Körpern auch immer noch sehr gespannt seyn kann. Nicht minder pflegt man die in gewisser Hinsicht lockern Materien in einer andern Hinsicht auch dichte Materien zu nennen. Wolle, zum Beispiele, ist in Vergleichung mit Blei oder Eisen sehr locker: aber in Vergleichung mit der Luft, welche wir athmen, ist sie keineswegs locker, sondern dicht.

So viel ist jedoch gewiß, daß eine Materie, welche in einer gewissen Hinsicht vest, hart, spröde, dicht, elastisch genennt wird, in eben der Hinsicht nicht zugleich auch flüßig, weich, zähe, locker, schlaff heißen kann; denn diese leztern Eigenschaften sind jenen erstern der Ordnung nach gerade entgegen gesezt, und widersprechen folglich einander.

Von

Von denjenigen Eigenschaften hingegen, welche einander nicht entgegen gesezt sind, mithin sich nicht widersprechen, befinden sich oft etliche in einer und eben derselben Materie beisammen. Betrachtet man, zum Beispiele, das Wasser: so findet man, daß es nicht nur flüßig, sondern zugleich auch dicht und schlaff ist, weil es die Form der Gevässe, worein man es gießt, augenblicklich annimmt, und sich nicht nur beinahe durch gar keine Kraft beträchtlich zusammen drücken läßt, sondern sich auch nicht merklich ausdehnt, wenn die Kraft, womit es gepreßt wird, wieder nachläßt. Meerschwamm, Wolle und Federn hingegen, haben gerade die entgegen gesezten Eigenschaften, indem sie nicht nur mehr vest und locker, sondern auch weit mehr elastisch als Wasser sind. Auf gleiche Weise ist Luft nicht nur locker, sondern zugleich auch flüssig und elastisch, so, wie Gold oder Silber nicht nur dicht und vest, sondern auch zäh oder geschmeidig ist. Eben so ist Eis, Glas, Töpfergeschirr, Porzellan oder dergleichen, nicht nur dicht und spröde, sondern auch vest und hart.

Was aber bei allen fühlbaren Sachen nothwendig Statt finden muß, das bestehet bloß dar-

darin, daß jedes einen gewissen Raum erfüllet, und eine gewisse Dauer hat.

Betrachtet man endlich bei den Materien zugleich die verschiedenen Gestalten, unter welchen sie erscheinen: so nennt man sie Körper, wie ich zu Anfange unserer heutigen Unterhaltung schon gesagt habe. Dann nimmt man aber außer angeführten Eigenschaften auch noch Größe oder Kleinheit, Schönheit oder Häßlichkeit an ihnen wahr.

Ob ein Körper groß oder klein sey, das läßt sich sowohl durch das Gefühl, als durch das Gesicht beurtheilen. Denn wir können ihn durch beide Sinne mit einem andern vergleichen, dessen Größe uns vorher schon aus der Erfahrung bekannt geworden ist, und auf eine solche Vergleichung pflegen wir eben unser Urtheil von der Größe der Körper jedesmal zu gründen. Aber ob ein Körper schön oder häßlich sey, das läßt sich bloß durch das Gesicht wahrnehmen, und zwar darum, weil wir bei Beurtheilung der Schönheit auf die Anordnung der Grenzen desselben zu sehen haben, und uns dieselben nicht stückweise oder nach und nach, wie durch das Gefühl geschiehet, sondern zugleich und auf einmal vorstellen müssen; denn die Körper können

nur

nur in so fern schön oder häßlich genannt werden, in wiefern die Anordnung ihrer Grenzen in Betrachtung kömmt, und in wiefern sie sichtbar sind, indem im Gegentheile alle andere Sachen, die man bloß durch das Gefühl und Gehör oder durch den Geruch und Geschmack empfindet, weder häßlich noch schön, sondern bloß angenehm oder unangenehm heißen.

Auch kann ein Körper aus einer Menge verschiedener Materien zusammen gesezt, und gleichwohl nur ein einziger Körper seyn. Dieses Haus, zum Beispiele, bestehet aus Holz, Sand, Steinen, Kalch, Glas, Eisen, und ist dennoch nur ein einziger Körper, so, wie der Leib des Menschen, der doch auch nur ein einziger Körper ist, aus Bein, Knorpel, Flechsen, Fleisch, Fett, Blut und andern Materien bestehet.

Was man im übrigen unter **Theilen** oder **Stücken** eines Körpers verstehen müsse, ist Euch ohnstreitig schon bekannt genug. Aber diesen ihren eigentlichen Namen führen die Theile nur dann, wann sie für sich, oder einzeln genommen, unbeweglich sind: außerdem pflegt man sie Glieder eines Körpers zu nennen. Das Dach ist kein Glied, sondern ein Theil des Hau-

ses;

ses; denn es ist für sich allein unbeweglich. Eben so ist auch diese Wand bloß ein Theil dieses Hauses, u. s. w. Aber die Aerme, Finger, Schenkel, Füße, Zähen, sind nicht nur Theile sondern zugleich auch Glieder des menschlichen Körpers; denn jedes ist für sich allein beweglich. Und aus eben der Ursache pflegt man auch dem einzeln beweglichen Theile einer Kette den Namen der Glieder beizulegen.

Warum sind aber, fragte Amalie, einige Menschen viel schöner, als andere, da sie doch alle ziemlich einerlei Gestalt haben?

Man siehet, antwortete Philalethes, nicht bloß auf die Figur des Körpers im Ganzen genommen, sondern zugleich auch auf die Gestalt und Anordnung aller seiner größern Theile und Glieder, wenn man dessen Schönheit beurtheilen will, ja nicht selten pflegt man auch sogar die Farbe dabei mit in Betrachtung zu ziehen. Allein manche Menschen halten auch das für schön, was andere häßlich finden. Denn unsere Urtheile von der Schönheit entspringen gewöhnlich aus einem besondern innerlichen Gefühl der Seele, welches der gütige Schöpfer in uns gelegt hat, und von welchem man den Grund in vielen Fällen gar nicht, oder wenigstens

stens nicht hinlänglich anzugeben weiß. Dieses innerliche Gefühl der Schönheit pflegt man den **ästhetischen Geschmack** zu nennen, welches Wort aber auch bei Beurtheilung des Angenehmen und Widerwärtigen gewöhnlich ist, mithin sich nicht bloß auf die Empfindungen des Gesichts beziehet, sondern auch vom Gehör und Gefühle gilt. So sagt man, zum Beispiele, der Geschmack der Muhammedaner sey in der Tonkunst von dem Geschmacke der Deutschen und Italiener sehr verschieden, weil jene das Rauschende und Betäubende, diese hingegen das Edle und Sanfte lieben. Werke der Kunst muß man zwar für schön halten, wenn sie vollkommene Nachahmungen der Natur sind, woraus man sogleich abnehmen kann, daß einige Nazionen, die sich die Ohren verzerren, Mund und Nase durchlöchern, die Füße verkröpeln, u. s. w., gar keinen guten Geschmack haben. Aber wenn wir bei Werken der Natur fragen, ob sie schön oder häßlich sind: so fehlt uns allerdings der dazu nöthige Maaßstab, weil sie eigentlich alle in ihrer Art vollkommen schön sind, und nur uns Menschen, je nachdem unser Geschmack beschaffen ist, bald schön, bald häßlich deuchten. So viel ist indessen doch zu merken, daß wir nur solche Sachen für schön und angenehm hal-

ten

ten können, welche aus vielen verschiedenen regelmäßigen Theilen oder Gliedern nach einer leicht begreiflichen Ordnung zusammen gesezt sind. Ordnung und Regelmäßigkeit können aber ordentlich wissenschaftlich gelehrt und erlernet werden: und eben daher kömmt es, daß man den gedachten ästhetischen Geschmack durch Erlernung mancherlei Wissenschaften oft sehr verändern und verfeinern, zuweilen aber auch bloß blindlings nach dem Geschmacke anderer Menschen bilden kann, indem sich die Menschen gar leicht gewöhnen, alles für schön oder häßlich, für angenehm oder widerwärtig zu halten, was von ihren Lehrern, denen sie guten Geschmack zutrauen, dafür gehalten wird.

Hier sah sich Philalethes genöthigt, seine heutige Vorlesung zu endigen.

---

## Dritte Unterhaltung.

### Grundbegriffe von der Bewegung.

Als aber Amalie und Karl am folgenden Tage wieder zugegen waren, fragte Philalethes, ob sie auch alles recht verstanden hät-

ten, was er in der gestrigen Stunde vorgetragen, oder ob sie vielmehr manches noch genauer wissen möchten?

Mir will noch nicht einleuchten, antwortete Karl, warum es Materien von verschiedenen und entgegen gesezten Eigenschaften giebt. Ich dächte, sie müßten alle einerlei Eigenschaften besitzen, und zugleich alle hart seyn, weil die kleinsten Theilchen, aus welchen sie bestehen, wahrscheinlich alle vollkommen hart sind, wie Sie gestern gesagt haben?

Und ich sehe nicht ein, sezte Amalie hinzu, wie sich die kleinsten Theilchen der Materien mit einander vereinigen können, um veste Körper zu bilden. Man muß ja, so viel mir bekannt ist, allemal die kleinern Körper entweder zusammen leimen, oder zusammen kütten, oder mit Nägeln aneinander bevestigen, wenn sie zusammenhalten, und einen größern Körper bilden sollen? Was hält nun aber die Theilchen des Leims oder der Nägel zusammen? Haben diese etwa ebenfalls ihren eigenen besondern Leim, oder sind sie vielleicht mit kleinen Häkchen versehen, womit sie in einander greifen und sich selbst bevestigen können?

Ehemals zwar, versezte Philalethes, glaubte man dieses freilich. Man sagte, manche Atomen wären eckig, andere kugelrund, einige spitzig oder sternförmig, andere platt, einige krumm, andere gerade, u. s. w. Wenn man nun zum Beispiele erklären wollte, wie es möglich wäre, daß man sich am Feuer die Finger verbrannte: so hieß es, die Feuertheilchen hätten sehr scharfe Spitzen, ohngefähr wie die Nadeln, womit sie in die Haut eindrängen, und auf solche Weise den bekannten brennenden Schmerz erregten. Eben so glaubte man auch, daß die verschiedenen Ecken der Atomen den verschiedenen Geschmack und Geruch der Materien verursachten, u. s. f. Ueberdieses gab man in der Einbildung allen diesen feinsten Theilchen feine Häkchen, wodurch man sie in den Gedanken mit einander vereinigen oder aneinander bevestigen ließ. Fragte man daher, wie die kleinsten Theilchen des Goldes und anderer sehr dichter Materien beschaffen wären: so antwortete man, sie hätten die Form der Quadersteine oder Marmorplatten, indem sie ebenfalls mit feinen Häkchen versehen, und von der Natur so regelmässig zusammengefügt wären, daß fast gar keine leeren Räumchen sich zwischen ihnen befänden. Um ferner zu erklären, warum zum Beispiele

das reine Wasser flüßig und ohne Geschmack wäre, sagte man, die kleinsten Theilchen desselben wären alle kugelrund, und weder mit spitzigen, noch mit eckigen, noch mit hakenförmigen untermengt: folglich könnte die Materie, die sie ausmachten, freilich nicht vest seyn, auch keinen merklichen Geschmack oder Geruch äußern; und solcher künstlich ausgedachter Erklärungen gab es noch weit mehr.

Nun, wollen Sie denn, fragte Karl, diese Erklärungen gar nicht gelten lassen? Mir kommen sie nicht ganz unwahrscheinlich vor. Eine gewisse Gestalt müssen die kleinsten Theilchen der Materien doch besitzen, wenn sie wirkliche Körperchen sind, so klein sie im übrigen auch immer seyn mögen. Warum sollen sie nun aber nicht eckig, spitzig, rund, hakenförmig, und so weiter, seyn können?

So viel ist freilich richtig, erwiderte Philalethes, daß diese kleinsten Theilchen, die wir einmal als untheilbar angenommen und Atomen genannt haben, eine gewisse unveränderliche Gestalt haben müssen. Allein, daß diese Gestalt so sehr verschieden seyn könne, oder auch daß die verschiedenen Eigenschaften der Materien in der Figur dieser kleinsten Theilchen, wenn diese

auch

auch wirklich von mancherlei Art wäre, ihren Grund hätten, das ist aus vielen Gründen dennoch ganz unwahrscheinlich, wenigstens lassen sich viele Veränderungen der Materien nicht füglich daraus herleiten. Wie könnte wohl süßer Wein, wie oft geschiehet, in den schärfsten Eßig verwandelt werden, wenn die Ursache der Süßigkeit und Säure in der Figur gedachter Theilchen zu suchen wäre? Diese kann sich doch nicht zugleich mit verändern? Denn wir setzen ja voraus, daß die kleinsten Theilchen von keiner Gewalt bearbeitet, geschärft, abgestumpft, oder sonst verändert werden können?

Eben so wenig können dieselben auch mit Häkchen versehen oder gleichsam wie Kettenglieder mit einander verbunden seyn. Denn da müßte jedesmal eine große Menge derselben zerreißen oder zerbrechen, so oft man einen Körper in Stücken zerschlüge, welches aber auch schon darum nicht möglich ist, weil wir eben annehmen, daß keine Gewalt sie zerbrechen oder zertheilen kann.

Also können wir obiger Meinung keinesweges beipflichten, und sie hat auch bei den Gelehrten schon längst keinen Beifall mehr gefunden. Vielmehr ist es wahrscheinlich, daß die

kleinsten Theilchen aller Materien kugelrund sind, und sich nur in Ansehung ihrer Größe von einander unterscheiden, obgleich die größten von ihnen selbst unbegreiflich klein, ja viele millionen mal kleiner, als ein Sonnenstäubchen seyn mögen.

Ferner lehret sogar die Erfahrung, daß viele Materien einander augenscheinlich anziehen, wenn man sie nahe zusammen bringt, und solches geschiehet allemal, so klein man auch immer die Theile derselben machen mag, die man einander nähern will. Dieses Phänomen findet jedoch nur bei solchen Materien vorzüglich Statt, welche von einerlei Art sind, oder doch in Ansehung einiger Eigenschaften mit einander übereinstimmen; denn bei Materien von ganz verschiedener Art zeigt sich dasselbe gewöhnlich nicht merklich. Man pflegt die Ursache dieser wechselseitigen Anziehung die anziehende Kraft zu nennen, und hieraus zu folgern, daß die Materien eine anziehende Kraft besitzen, die sie nur gegen Materien von ihrer Art, gegen fremdartige hingegen nicht äußern. Wenn aber die Materien selbst eine solche Kraft besitzen: so besitzen ihre kleinsten Theilchen dieselbe zweifelsohne auch.

Und

Und nun lassen sich aus der angenommenen verschiedenen Größe der kleinsten Materientheilchen, und aus ihrer in der Erfahrung begründeten wechselseitigen anziehenden Kraft, welche bald stark, bald schwach ist, verschiedene Eigenschaften der Materien ziemlich leicht erklären, ohne daß man nöthig hat, solche sonderbare Meinungen, wie die vorhin angeführten sind, zu Hilfe zu nehmen.

Aber, fragte **Karl**, worin mag wohl diese Kraft bestehen?

Worin sie bestehe, erwiederte **Philalethes**, das weiß man eigentlich gar nicht. Man weiß nur, daß diejenige Ursache so heißt, vermöge welcher ein paar Körper einander anziehen, oder sich freiwillig und aus eigenem innern Triebe gegen einander bewegen, wenn man sie nahe an einander bringt. Allein ich sehe wohl, daß Ihr Euch weder von dieser Ursache selbst, noch von der Art und Weise, wie sich daraus die verschiedenen Eigenschaften der Materien und Körper herleiten lassen, eine deutliche Vorstellung machen könnet, ehe und bevor wir uns die ersten **Begriffe** von der Bewegung etwas mehr eigen gemacht haben: und aus diesem Grunde wollen wir die heutige, vielleicht auch einige

nächst folgende Stunden bloß dieser Betrachtung widmen.

Da ist nun vor allen Dingen zu merken, daß man nicht nur eine absolute und relative Bewegung, sondern auch eine absolute und relative Ruhe zu unterscheiden pflegt.

Aus unserer leztern Unterhaltung erinnern wir uns nämlich noch, daß kein Körper existiren kann, ohne zugleich einen gewissen Raum zu erfüllen. Diesen bestimmten Raum, den jeder Körper zu seiner Existenz nothwendig erfodert, und worin er sich jedesmal befindet, pflegt man den wahren Ort, oder die absolute Stelle des Körpers zu nennen.

So lange also der Körper diesen Raum, den er einmal einnimmt, und welcher allemal ein Theil des ganzen unbegrenzten Weltraums ist, nicht verläßt, mithin seinen absoluten Ort nicht verwechselt oder verändert: so lange ruhet er wirklich, und man schreibt ihm daher in diesem Falle eine absolute Ruhe zu. Verläßt er aber diesen Raum, um sich in einen andern zu begeben: so verändert er seinen absoluten Ort, und ihm wird sodann eine wahre Bewegung beigemessen.

Bei-

Beispiele der absoluten Ruhe eines Körpers kann ich Euch nicht geben. Denn es giebt keinen Körper in der Welt, welcher absolut ruhet, wenigstens kennen wir keinen solchen. Dieses Haus zwar scheinet freilich in der That zu ruhen: aber Ihr wisset schon, daß es nicht nur täglich um die Erdaxe sich drehet, sondern auch jährlich mit uns um die Sonne sich schwingt. Auch sogar von der Sonne läßt sich keine absolute Ruhe behaupten, ohngeachtet sie in Hinsicht auf unsere Erde und alle übrigen Wandelsterne allerdings als ruhend betrachtet werden kann. Sie drehet sich nämlich nicht nur um ihre Axe, so, daß jeder ihrer Theile seinen wahren Ort alle Augenblicke verändert, sondern man weiß auch nun beinahe gewiß, daß dieselbe sich mit allen Planeten und Kometen um die gemeinschaftliche Centralsonne unserer ganzen Fixsternwelt herum schwingt. Gedachte gemeinschaftliche Centralsonne ist, wie ich Euch sonst schon gesagt habe, wahrscheinlich der Sirius: und auch dieser wird gewiß nicht absolute ruhen, sondern sich wenigstens um seine Axe drehen.

Beispiele der absoluten Bewegung hingegen fallen zwar täglich und stündlich vor: aber wir nehmen sie auch nicht gehörig wahr, und er-

kennen sie nicht sinnlich. Wir selbst bewegen uns freilich allemal absolute, so oft wir aus dem einen Theile des Raumes in einen andern, das heißt, aus einem absoluten Orte in einen andern uns begeben, zum Beispiele, so oft wir in dieser Stube, oder sonst wo, herum wandeln. Allein wir verändern dabei unsern absoluten Ort zugleich noch auf mancherlei andere Weise, indem wir uns nicht nur um die Erdaxe drehen, sondern auch um die Sonne, ja vielleicht noch auf mancherlei andre Weise, uns bewegen; und von allen diesen Bewegungen unsers Körpers nehmen wir nichts mit unsern Sinnen wahr.

Aber unter dem **relativen** oder **scheinbaren** Orte eines Körpers pflegt man bloß dessen Lage gegen andere Körper, die sich um ihn herum befinden, zu verstehen. So ist zum Beispiele die Lage meines Körpers gegen die ihn zunächst umgebenden Körper folgende. Gegen Osten stehet zunächst vor mir der Tisch, und gegen Westen, oder hinter mir, befindet sich der Stuhl, indem rechter Hand **Amalie**, zur linken **Karl** sizt. Diese Lage meines Körpers gegen die angeführten vier Dinge ist es nun, was man den scheinbaren Ort nennet, in welchem sich gegenwärtig mein Körper befindet, woraus

aber

aber leicht abzunehmen, daß man auch den scheinbaren Ort eines jeden andern Körpers auf eben diese oder ähnliche Weise erkennen kann.

Beibehaltung dieser Lage eines Körpers gegen andere, die ihn zunächst umgeben, heißt relative oder **scheinbare** Ruhe, so, wie im Gegentheile die Veränderung gedachter Lage eines Körpers den Namen der **scheinbaren** oder **relativen** Bewegung führet.

Daß uns von der wahren oder absoluten Ruhe irgend eines Körpers gar kein Beispiel zuverläßig bekannt sey, habe ich nur allererst gezeigt. Und hieraus ist klar, daß wir nur die scheinbare Ruhe der Körper mit unsern Sinnen zu erkennen im Stande sind. Alle Häuser dieser Stadt befinden sich bloß in einer scheinbaren Ruhe, indem sie nur ihren Standort oder ihre Lage gegen einander selbst nicht verändern.

Auf gleiche Weise habe ich dargethan, daß auch die wahre Bewegung eines Körpers nie so, wie sie wirklich ist, in unsere Sinne fällt. Und hieraus wird abermals folgen, daß wir von Bewegung und Ruhe überhaupt nichts weiter, als nur was relativ oder scheinbar ist, mit unsern Sinnen deutlich, zu erkennen, im Stande sind.

Mit-

Mithin werden wir einen Körper allemal als ruhend wahrnehmen, wenn er seinen scheinbaren Ort beibehält, so, wie wir ihn in Bewegung sehen müssen, wenn er diesen scheinbaren Ort verändert.

Auch ist aus diesem Grunde unser Urtheil über Bewegung und Ruhe der Körper oft einer großen Uebereilung unterworfen. Allerdings weiß man zwar immer gewiß, daß da nothwendig eine wahre Bewegung vor sich gehen muß, wo sich die Lage verschiedener Körper gegen einander verändert: aber dabei sogleich zu entscheiden, welcher Körper sich wirklich bewege, und welcher sich nur zu bewegen scheine, dieß ist es, was unsere Sinnen uns fast nie geradezu lehren. Als ich zum Beispiele, gestern, vor der langen Terrasse vorbei zu dem Teiche hinab gieng, da saß Amalie ihrer Freundin Ernestinen zur Linken auf dieser Terrasse, und als ich wieder zurücke kam, fand ich sie ihr zur Rechten sitzen. Daß also hier eine Bewegung vorgefallen seyn mußte, konnte ich allerdings mit Gewißheit behaupten: aber ob sich Amalie um Ernestinen, oder Ernestine um Amalien bewegt hatte, oder ob gar alle beide aufgestanden waren, um sich anders nieder zusetzen, davon wußte ich nichts.

Und

Und eben so weiß man auch in sehr vielen andern Fällen nicht, welche Körper sich wirklich bewegen und welche ruhen, wenn man eine Veränderung ihrer sogenannten relativen Stellen wahrnimmt, wenigstens lehren uns dieses unsere Sinne fast nie unmittelbar.

Also waren die Menschen ehemals hierin sehr unwissend, als noch die falsche Meinung von der Bewegung der Sonne um die Erde unter ihnen bloß darum für Wahrheit galt, weil ihnen ihre Augen das Gegentheil nicht unmittelbar lehreten. Diese aber zeigen uns, wie gesagt, immer nur die Veränderung der Lage der Körper gegen einander, und nie die wahre oder absolute Bewegung derselben, so, wie sie wirklich ist.

Daß uns jedoch unsere Augen und andere Sinnesorgane in der That keine Bewegung so zeigen, wie sie wirklich ist, das erhellet aus der täglichen Erfahrung selbst. Wer an den Ufern der Pleiße stehet, der siehet zwar, wie das Wasser über deren Bette hinab strömet: aber wie sich dasselbe zugleich in jeder Stunde nicht nur 135 Meilen weit aus Westen gegen Osten um die Erdaxe drehet, sondern auch wohl 15.000 Meilen in jeder Stunde um die Sonne fortläuft, sol-

solches nimmt er keinesweges wahr, und zwar darum nicht, weil er und alle ihn umgebende Körper auf beiderlei Weise sich eben so geschwind mit fort bewegen. Dem, der in Gesellschaft anderer Menschen auf einem großen bedeckten Kahne fährt, begegnet eben dieses. Er siehet ebenfalls, wie die Menschen im Kahne unter einander herum gehen: aber wie schnell oder wie langsam sie sämmtlich vom Winde und Ruder fortgetrieben werden, das nimmt er nicht wahr, es sey denn, daß er nach den scheinbarlich entgegen laufenden Ufern herausblickt, und hieraus den schnellen oder langsamen Lauf des Kahns beurtheilt, folglich von der gemeinschaftlichen schnellen oder langsamen Bewegung der ganzen Gesellschaft erst vermittelst eines Vernunftschlusses überzeugt wird.

Auch ist klar, daß eine Bewegung oft viele Körper zugleich treffen kann, indem sich der eine oder der andere derselben noch insbesondere bewegt: und aus diesem Grunde pflegt man ferner die gemeinschaftliche von der eigenen oder besondern Bewegung zu unterscheiden. Wenn, zum Beispiele, etliche Menschen auf einem Kahne fahren, und ganz ruhig dabei neben einander sitzen: so bewegen sie sich sämmtlich bloß

gemein-

gemeinschaftlich vor den Ufern vorbei. Gehet aber der eine oder der andere von ihnen, indem sie sämmtlich fahren, zugleich im Kahne auf und nieder: so hat selbiger, außer jener gemeinschaftlichen Bewegung, noch eine **besondere** oder **eigene** für sich allein.

Hier zeichnete Philalethes verschiedene Linien, welche Tab. I, Fig. 1, 2, 3, 4, zu finden, und mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet sind, worauf er seinen Unterricht folgendergestalt wieder begann.

Ueberhaupt aber bestehet jede Bewegung eines Körpers, sie mag relativ oder absolut, eigen oder gemeinschaftlich seyn, bloß darin, daß der Körper nach und nach an verschiedenen Stellen erscheint, welche alle unmittelbar zusammen hangen, oder an einander grenzen. Diese unmittelbar aneinander liegenden Stellen, in welchen wir einen Körper nach und nach wahrnehmen, wird insgemein der **Weg** dieses Körpers genannt. **Und** wenn dieser vollkommen gerade ist, wie zum Beispiele diese Linie, A B, Tab. I, Fig. 1: so nennt man ihn die **Richtung** des Körpers A, der diesen geraden Weg nimmt. Gehet also ein Körper C, Tab. I, Fig. 2, einen **krummen Weg**, wie etwa C D ist: so ver-

verändert er seine Richtung alle Augenblicke, und setzt also seinen Weg aus lauter unendlich kleinen Stücken zusammen, welche immer nach andern und andern Gegenden hinweisen. Da man nun auf die Breite oder Dicke dieses Weges nie zu sehen hat, sondern allemal nur dessen Länge in Betrachtung ziehen darf, eine bloße Länge aber eine Linie heißt: so pflegt man auch gedachten Weg, den ein Körper gehet, indem er sich bewegt, eine Linie zu nennen, die daher entweder gerade oder krumm ist.

Bisweilen geschiehet es, daß ein Körper E, Fig 3, seine gerade Richtung E F in F plötzlich ändert, und auf einmal eine andere F G nimmt. Alsdann sagt man, er beschreibe einen Weg, der aus einer gebrochenen geraden Linie, das heißt, aus verschiedenen geraden Linien E F und F G, bestehet, welche nach eben so verschiedenen Gegenden hin zeigen.

Ferner muß auch ein Körper, der sich bewegt, alle Augenblicke seinen Ort verändern, das heißt, er muß in dem einen Augenblicke auf der einen Stelle seines Weges, und in dem andern Augenblicke auf einer andern Stelle seyn. Denn auf zwei verschiedenen Stellen kann er sich in einem und ebendemselben Augenblicke unmög-

möglich zugleich befinden, so lange er in Bewegung ist. Hieraus ist aber klar, daß jedesmal eine gewisse Zeit vergehen muß, ehe ein Körper, der sich bewegt, aus einer Stelle in die andere gelangt. Und wenn die Entfernung der beiden Stellen, die man auf dem Wege desselben bemerkt, groß, die Zeit hingegen, welche er braucht, um von der einen zur andern zu gelangen, kurz ist: so sagt man, der Körper bewege sich geschwind. Folglich wird er sich langsam bewegen, wenn die Entfernung dieser beiden Stellen klein, die Zeit hingegen, welche er braucht, um von der einen zur andern zu kommen, lang ist.

Man kann überdieses nicht nur die Zeit, welche ein Körper braucht, um aus der einen Stelle seines Weges in eine andere zu gelangen, sondern auch die Entfernung dieser beiden Stellen, oder den sogenannten Raum der Bewegung, in sehr viele außerordentliche kleine Theile von gleicher Größe eintheilen. Die Meile, zum Beispiele, theilt man ein in 22 800 Fuß, den Fuß in zwölf Zoll, den Zoll in zwölf Linien, die Linie in zehen Skrupel, u. s. w. Die Stunde hingegen theilt man in sechzig Minuten, die Minute in sechzig Sekunden, die Sekunde in sechzig Ter-

Terzien, u. s. f. Legt nun ein Körper, der sich eine Zeit lang bewegt, in jedem gleichen Theile dieser Zeiten einen gleich großen Theil seines Weges, zum Beispiele in jeder Stunde 216 000, in jeder Minute 3600, in jeder Sekunde 60, in jeder Terzie einen Fuß, zurücke: so sagt man, der Körper bewege sich **gleichförmig**, indem seine Geschwindigkeit während seiner ganzen Bewegung immer gleich groß bleibt. **Ungleichförmig** wird sich daher ein Körper bewegen, wenn er bald geschwind bald langsam gehet.

Sehr oft geschiehet es jedoch auch, daß ein Körper in jedem nachfolgenden Zeittheile einen größern Theil seines Weges durchläuft, als in dem zunächst vorhergehenden: und in diesem Falle sagt man, der Körper bewege sich mit **wachsender** Geschwindigkeit, oder die Bewegung desselben werde **beschleuniget**.

Auf gleiche Weise kann endlich auch ein Körper in jedem nachfolgenden Zeittheile seiner Bewegung einen kleinern Theil seines Weges zurückelegen, als in dem nächstvorhergehenden: und in diesem Falle bewegt er sich mit abnehmender Geschwindigkeit, das heißt, seine Bewegung wird **retardirt**, oder allmählig langsamer.

Gesezt nämlich, diese neun Räume, Tab. I, Fig. 4, die ich mit AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IK, bezeichnet habe, wären alle gleich groß, und ein Körper A brauche neun Terzien, um sich von A bis K stete zu bewegen. Wenn er nun in jeder Terzie einen solchen Raum wie AB oder DE, u. s. f., zurücke legt: so bewegt er sich gleichförmig. Durchläuft er aber in der ersten Terzie den Raum MN, in der zweiten den Raum NO, in der dritten den Raum OP: so wird seine Bewegung beschleunigt. Gelangt er endlich in der ersten Terzie von Q nach R, in der zweiten von R nach S, und in der dritten von S nach T: so wird seine Bewegung retardirt, oder allmählig langsamer.

Wenn sich daher zwei Körper eine Zeit lang, zum Beispiel eine Stunde, gleichförmig bewegen, und einer von ihnen legt in dieser Zeit zum Beispiele einen vier mal größern Weg zurücke, als der andere: so läuft jener, wie leicht zu erachten, vier mal geschwinder, als dieser. Mithin läßt sich die verschiedene Geschwindigkeit zwei oder mehr Körper allemal aus der Größe der Wege, die sie in einerlei Zeit zurücke legen, beurtheilen, das heißt, die Geschwin-

digkeiten der Körper verhalten sich, wie die Räume, die sie in einerlei Zeiten durchlaufen.

Hätten aber diese beiden Körper, wovon der eine vier mal geschwinder als der andere ist, einen gleich großen Weg, zum Beispiele vier Meilen, zu durchlaufen: so würde der leztere nothwendig vier mal mehr Zeit, als der erstere, dazu brauchen. Und aus diesem Grunde lassen sich auch die Geschwindigkeiten der Körper, die sich bewegen, aus der Größe der Zeiten beurtheilen, in welchen sie einen und eben denselben bestimmten Weg zurücke legen. Denn je kleiner die Zeit ist, welche ein Körper braucht, um einen Weg von bestimmter Größe zurücke zu legen, desto größer ist auch jedes mal die Geschwindigkeit desselben — Doch genug hiervon.

Alle Körper, die einander stoßen oder drücken, wirken dadurch zugleich in einander, das heißt: sie bestreben sich, einander aus ihren Stellen zu verdrängen, und ihre Wirkung ist immer desto größer, je größer ihre Bewegung ist. Aus diesem Grunde muß ich Euch nun auch noch sagen, was man unter der sogenannten Größe der Bewegung zu verstehen hat, oder nach welchen Regeln man sie beurthellen muß.

Näm-

Nämlich die ganze Wirkung eines Körpers richtet sich allemal nach der Masse desselben und nach seiner Geschwindigkeit zusammen genommen, daher denn auch die Größe der Bewegung allemal nach der Größe dieser beiden Dinge zu schätzen ist. Wenn folglich zwei Körper einander nicht nur an Masse gleich sind, sondern auch mit einerlei Geschwindigkeit sich bewegen: so sagt man, die Bewegung sey bei beiden gleich groß. Denn in diesem Falle vermag der eine gerade so viel auszurichten, wie der andere, das heißt, ihre Wirkungen sind einander vollkommen gleich. Bewegt sich aber der eine geschwinder, zum Beispiel in jeder Sekunde, drei mal zehen Ruthen weit, indem der andere in eben der Zeit nur ein mal zehen Ruthen weit läuft: so ist die Bewegung des erstern drei mal größer, als die Bewegung des leztern, wenn ihre Masse noch dieselbe, zum Beispiel, ein Pfund bei jedem ist. Eine bleierne Kugel, zum Beispiele, die drei mal geschwinder fliegt, als eine andere von derselben Größe, dringt ohnstreitig drei mal tiefer, als diese, in einen weichen Körper ein. Auf gleiche Art hat auch ein Körper eine drei mal größere Bewegung als ein anderer, wenn jener drei mal mehr Masse, als dieser hat, im übrigen aber mit ihm einerlei Geschwindigkeit

besizt. Eine drei mal größere bleierne Kugel macht nämlich auch ein dreimal größeres Loch, wenn sie eben so geschwind, wie eine andere, die drei mal kleiner ist, gegen die Wand fliegt. Hat also ein Körper die doppelte Masse und zweifache Geschwindigkeit eines andern: so ist seine Bewegung das Vierfache von der Bewegung des lezteren. Auf gleiche Weise giebt eine dreifache Masse mit zweifacher Geschwindigkeit, oder eine dreifache Geschwindigkeit mit zweifacher Masse eine sechs mal größere Bewegung, und eine zehenfache Masse mit einer zehenfachen Geschwindigkeit giebt eine hundert mal größere Bewegung, u. s. w., das heißt, ein solcher Körper vermag sechs- oder hundert mal mehr zu wirken, als ein Körper von einfacher Masse und einfacher Geschwindigkeit, u. s. w.

Philalethes bereitete nun, um seinen beiden jungen Freunden diesen Satz recht sinnlich darzustellen, einen dicken Kuchen von weichem Thon, und nahm sodann drei glatte bleierne Kugeln, davon die eine zwei, die zweite vier, die dritte sechs Loth wog, und wovon jede mit einem kleinen Henkel versehen war, woran er sie mit einem Faden in beliebiger Höhe an die Stubendecke bevestigen konnte.

Dann

Dann henkte er zuerst alle drei Kugeln genau drei Fuß hoch über dem Thonkuchen auf, und schnitt, nachdem er sie mit Oehl bestrichen, ihre Fäden durch, so, daß nun alle dreie neben einander in den Thonkuchen fielen. Hierauf zog er die Kugeln an den Enden der Fäden sofort wieder sanft heraus, und goß die kleinen Gruben, die von den Kugeln gemacht worden, mit zerlassenem Wachse so weit voll, bis dieselben wieder ganz eben waren. Als er dann die geronnenen Wachsklümpchen heraus hob, und sie wog, da fand sichs, daß das Gewichte des größten genau drei mal, das Gewichte des mittlern hingegen genau zwei mal so groß, als das Gewichte des kleinsten war, zum offenbaren Beweise, daß die Kugel von vier Lothen eine doppelt größere, die Kugel von sechs Lothen hingegen eine drei mal größere Grube, als die Kugel von zwei Lothen, gemacht hatte.

Hieraus erhellet zugleich, sezte Philalethes hinzu, daß die Wirkungen der Körper sich genau verhalten, wie die Gewichte oder Massen, wenn sie sich mit einerlei Geschwindigkeit bewegen. Denn wenn man, wie hier, eine Menge bleierne Kugeln von gleicher Höhe herab fallen läßt: so gelangen sie alle mit einerlei Geschwindigkeit auf den Thonkuchen, und gedachte Gruben verhal-

ten sich in Hinsicht auf ihre Größe immer wie die Massen dieser Kugeln selbst, so verschieden diese auch seyn mögen.

Hierauf machte Philalethes den Thonkuchen wieder eben, und ließ die zweilöthige Kugel erstlich aus einer Höhe von drei Fuß, hernach aus einer Höhe von sechs Fuß, und zulezt aus einer Höhe von neun Fuß darauf herab fallen. Dadurch entstanden in dem Thone drei Gruben neben einander, die er ebenfalls, wie vorhin, mit zerlassenem Wachs ausgoß, und solches darin gerinnen ließ. Als er diese Wachsklümpchen wog, fand er das Gewichte des größten ebenfalls drei mal, das Gewicht des mittlern hingegen zwei mal größer, als das Gewichte des kleinsten. Mithin hatte eine und eben dieselbe Kugel drei Gruben gemacht, welche sich in Ansehung ihrer Größen gerade so verhielten, wie die Höhen, aus welchen sie herab gefallen war, folglich gerade so, wie die Geschwindigkeiten womit sie den Thonkuchen erreicht hatte. Denn eine Kugel, die aus einer doppelten Höhe herab fällt, gelangt mit einer zweifachen Geschwindigkeit auf den Thonkuchen, so, wie sie mit einer dreifachen oder vierfachen Geschwindigkeit auf denselben gelangt, wenn sie

aus

aus einer drei- oder vierfachen Höhe auf ihn herabfällt, u. s. f. Doch diesen leztern Satz, daß die Geschwindigkeiten der fallenden Körper sich wie die Höhen, aus welchen sie herabfallen, verhalten, müßt Ihr mir vor der Hand aufs Wort glauben. In der Folge werde ich Euch jedoch auch die Gründe zeigen, auf welchen seine Wahrheit beruhet.

Aus diesen Versuchen ist also klar, sagte Philalethes ferner, daß die Wirkungen der Körper sich allerdings wie ihre Geschwindigkeiten verhalten, wenn sie an Masse einander gleich sind, oder einerlei Gewicht haben.

Endlich ließ er die zweilöthige Kugel aus einer Höhe von drei Fuß, die vierlöthige aus einer Höhe von sechs Fuß, die sechslöthige aus einer Höhe von neun Fuß, auf den abermals eben gemachten Thonkuchen herabfallen, und goß die dadurch entstandenen Gruben, wie vorher, mit zerlassenem Wachse aus. Man wog auch diese Wachsklümpchen, und siehe, das größte hatte neun mal, das mittlere vier mal mehr Gewicht, als das kleinste. Denn die größte Grube war von einer Kugel gemacht, welche nicht nur die dreifache Geschwindigkeit, sondern auch die dreifache Masse der kleinsten Kugel

hatte, so, wie im Gegentheile die Grube von der mittlern Größe von einer Kugel gemacht war, welcher nur die doppelte Geschwindigkeit und zweifache Masse der kleinsten zukam.

Und hieraus erhellet offenbar, daß die Wirkungen der Körper, die weder einerlei Geschwindigkeit noch einerlei Masse haben, sich verhalten, wie ihre Geschwindigkeiten und Massen zugleich, oder wie die Produkte, welche entstehen, wenn man die Geschwindigkeit mit der Masse, so, wie hier geschehen, multiplizirt. Hier heißt nämlich die Masse der zweilöthigen Kugel eins. Die Geschwindigkeit mit welcher sie den Thonkuchen erreicht, heißt ebenfalls eins. Mithin wird auch ihre Wirkung nur einfach seyn, oder eins heißen können. Aber die vierlöthige Kugel hat nicht nur zwei mal so viel Masse, als die zweilöthige, sondern gelangt auch im leztern Falle mit zweifacher Geschwindigkeit auf den Thonkuchen herab. Folglich muß nicht nur ihre Masse zwei, sondern auch ihre Geschwindigkeit zwei heißen. Multiplizirt man daher zwei mit zwei: so kömmt vier, oder eine vierfache Wirkung heraus. Auf gleiche Weise ist in der sechslöthigen Kugel nicht nur drei mal mehr Masse enthalten, als in der zweilöthigen, sondern ihre

Ge-

Geschwindigkeit ist auch beim lezten Versuche drei mal grösser, als die der zweilöthigen. Daher muß ihre Masse **drei** heißen, und ihre Geschwindigkeit ebenfalls **drei**. Multiplizirt man also drei mit drei: so kömmt neun heraus, woraus denn sofort abzunehmen, daß die Wirkung dieser Kugel neun mal grösser gewesen sey, als die Wirkung der ersten, deren Masse sowohl als Geschwindigkeit nur **eins** hieß.

Aber die Ursache, fuhr Philalethes fort, welche macht, daß ein ruhender Körper seinen Ort verläßt, und sich in einen andern begiebt, das heißt, sich bewegt, pflegt man Kraft zu nennen, so wie auch diejenige Ursache den Namen der Kraft führet, welche einen Körper, der bereits in Bewegung ist, wieder in Ruhe bringt. Erstere nennt man gewöhnlich auch eine **lebendige** oder **bewegende**, leztere hingegen eine **tode** oder **widerstehende** Kraft, wiewohl sie im Grunde alle als lebendig zu betrachten sind, weil sie in der That alle wirken. Denn wo eine Bewegung entstehen oder wieder aufhören soll, da muß nothwendig eine Ursache, eine Kraft zugegen seyn, weil in der Welt nichts ohne Ursache geschiehet. Wenn ich daher, zum Beispiele, dem ruhenden Balle auf dem Billard einen Stoß

ver-

versetze, und er anfänglich davon läuft, hernach aber hin und wieder an die Bande stößt, und zulezt ruhig wird: so bin ich die bewegende Kraft selbst, weil ich ihn in Bewegung setze. Die widerstehende Kraft hingegen, welche den Ball nach und nach wieder in Ruhe bringt, ist im Billard zu suchen, welches ihn durch seine Rauhigkeit und Weiche, wie auch durch die öftern Eindrücke, die er an den Banden macht, allmählich in seinem Laufe aufhält.

Wozu ist aber hier eine widerstehende Kraft nöthig, fragte Karl, und sezte hinzu, der Ball müßte doch ein mal, nach öftern Stößen an den Banden, ruhig werden, wenn auch gleich das Billard sehr groß, und sammt seinen Banden vollkommen spiegelglatt wäre.

Nein, erwiderte Philalethes, das würde keinesweges geschehen, sondern der Ball würde mit unveränderter Geschwindigkeit ohne Aufhören auf dem Billard hin und her laufen, wenn er weder von den Unebenheiten und rauhen Fasern des Billards, noch von der Luft, oder von andern widerstehenden Dingen daran gehindert würde. Könnte man, fuhr er fort, alle Luft vom Erdballe hinweg nehmen, und einen vollkommen glatten Weg rings auf seiner

Ober-

Oberfläche um ihn herum legen, einen Weg, der weder über einen Hügel, noch durch ein Thal gebahnt wäre, sondern allenthalben der eigentlichen Krümmung der Erdkugelfläche folgte: so würde ein vollkommen glatter Billardball auf dieser Bahn in alle Ewigkeit mit gleicher Geschwindigkeit herum rollen, wenn ich nämlich ihn darauf gelegt, und ihm nur ein mal einen Stoß gegeben hätte. Denn es ist nicht möglich, daß ein Körper, der einmal in Bewegung ist, ruhig werden kann, wenn ihn in seinem Laufe nichts hindert. Vielmehr muß er nach eben derselben Richtung, nach welcher er zu Anfange fortgestoßen wird, ohne Ende mit unveränderter Geschwindigkeit gerade fort laufen, wenn keine fremde Kraft ihn in seinem Laufe hemmt, oder seine Richtung ändert, so, daß er nach unzähligen Millionen von Jahren immer noch alle Sekunden eine Strecke von tausend Fuß gerade fort zurücke legt, wenn er in der ersten Sekunde seiner Bewegung tausend Fuß weit nach derselben Richtung fortgestoßen worden ist.

Was widerstehet aber, sagte Amalie, den Meereswogen, wenn sie sich einmal empöret haben? Was dem Sturmwinde, wenn er sich mit fürchterlichem Geheul über den Erdboden dahin

treibt?

treibt? Was den tödenden Kugeln des Geschützes, wenn sie einmal abgeschossen sind? Gleichwohl senken sich die hochgethürmten Meereswogen, wie man sagt, bei heiterem und stillem Wetter von sich selbst nieder. Der Sturmwind legt sich, und nirgends pfeifen die Kugeln mehr durch die Luft, wo sie vormals abgeschossen worden sind. Wo mag hier wohl die widerstehende Kraft liegen, die diese Sachen, die sich oft so gewaltig bewegen, in Ruhe bringt? Mir will es daher gar nicht einleuchten, daß eine besondere Kraft nöthig sey, um einen Körper, der sich bewegt, in Ruhe zu bringen. Vielmehr scheint es mir, daß jeder Körper von sich selbst ruhig werden müsse, sobald ihn keine Kraft mehr zur Bewegung antreibt, und ich glaube daher, die Ruhe sey der natürliche Zustand, worin sich alle Körper nothwendig befinden, so lange sie nicht von fremden Kräften in Bewegung gesezt, oder darin erhalten werden. Sie sagen zwar: auf einer vollkommen glatten Bahn würde ein vollkommen glatter Ball mit unveränderter Geschwindigkeit immer und ewig um die Erdkugel herum rollen, wenn diese Bahn weder Berge noch Thäler bildete, und wenn Sie dem Balle nur ein mal einen Stoß gegeben hätten. Allein dieser Satz dürfte sich auch wohl schwerlich erweisen

sen lassen, da kein Mensch eine solche Bahn um die Erde herum legen kann?

So kann Gott solche Wege bahnen, antwortete **Philalethes**, worauf er folgendergestalt fortfuhr.

Auf dem Erdballe können weder die Wellen des Meeres, noch die obern Winde über die höchsten Berge gelangen. Sie stoßen vielmehr an hohen Gegenden an, und prallen wieder zurük, um abermals an andern hohen Stellen anzustoßen, und zurücke zu prallen. Allenthalben aber, wo sie anstoßen, verlieren sie etwas von ihrer Stärke, weil die Gegenstände, woran sie stoßen, Eindrücke von ihnen annehmen, und ihnen widerstehen. Mithin müssen dergleichen Bewegungen allerdings nach und nach aufhören, so, wie die Rauhigkeiten des Billards vermöge ihrer widerstehenden Kraft nach und nach die Bewegung des Balles hemmen. Dazu sind auch alle Körper, an welchen wir auf Erden eine Bewegung wahrnehmen, gegen die Mitte der Erde schwer, das heißt, sie bestreben sich stets, gegen die Mitte des Erdballes zu fallen, und fallen auch in der That allezeit nach den tiefern Stellen, wenn sie von nichts gehalten werden. Wenn daher ein Körper geworfen oder abgeschossen wird: so fliegt er zwar eine Weile quer über

die

die Erdfläche hin, aber vermöge der Schwere senkt er sich dennoch auch zugleich gar bald so tief nieder, daß er sie berührt, und nur noch auf ihr hin rollet, bis er von den widerstehenden Kräften der Rauhigkeiten des Erdbodens seiner Bewegung nach und nach gänzlich beraubt, und relativ ruhig wird. Hiezu kömmt noch, daß die Luft selbst solchen Körpern, die sich in ihr bewegen, merklich widerstehet, und mithin sie nach und nach in Ruhe bringt. Also ist in dergleichen Fällen die widerstehende Kraft immer auf der Erde selbst, und zwar theils in ihren rauhen Unebenheiten, theils in der Luft, die sie allenthalben umgiebt, zu finden.

Aber hoch über der Erdfläche, oder im weiten Himmelsraume, wo sich die Sonnen und Planeten befinden, da giebt es keine rauhen Unebenheiten, und auch sonst keine Materien die eine merkliche widerstehende Kraft äußern. Folglich müssen sich die Körper daselbst wirklich ohne Aufhören mit unverminderter Geschwindigkeit bewegen, wenn sie ein mal einen Stoß erhalten haben. Dieß läßt sich nun aber allerdings aus der Erfahrung beweisen, da die Wandelsterne von Anbeginn bis auf den heutigen Tag mit unveränderter Geschwindigkeit in ihren Bah-

nen

nen herum laufen, ohne neue Stöße zu empfangen. Der erste Stoß, den ihnen der Urheber der Welten gab, als er sie schuf, dauert in seiner Wirkung immer noch fort, und hilft ihre ewigen Wirbel unermüdet vollenden. Und eben dieß war es, was ich meinte, als ich vorhin sagte, daß zwar kein Mensch, aber wohl Gott solche Wege bahnen könne, worauf ein Körper, der ein mal einen Stoß empfangen hat, immer und ewig mit unveränderter Geschwindigkeit fortlaufen muß, wofern er von keiner fremden Kraft in seinem Laufe gehemmt, oder sonst gestöret wird.

Auch läßt sich dieser Satz aus bloßen Vernunftgründen schon hinlänglich beweisen, ohne daß man nöthig hat, erst auf Erfahrung hiebei Rücksicht zu nehmen. Denn, wie gesagt, in der Welt kann überhaupt gar nichts ohne vorhergehende Ursache geschehen: folglich kann es auch nicht geschehen, daß ein ruhender Körper sich bewege, ohne erst von einer bewegenden Ursache dazu angetrieben zu werden, oder daß ein Körper, der sich bewegt, ruhen könne, ohne seine Ruhe von einer widerstehenden Kraft zu erhalten.

Solchergestalt besitzen alle Körper und Materien die Eigenschaft, in dem Stande, worin sie sich ein mal befinden, an und für sich immerdar zu beharren: das heißt, sie bleiben vermöge dieser Eigenschaft ewig in Ruhe, wenn sie ein mal ruhen, und bewegen sich mit unverminderter Geschwindigkeit ohne Aufhören nach ihrer ersten Richtung fort, wenn sie ein mal in Bewegung sind, vorausgesezt, daß weder eine bewegende noch widerstehende Kraft im geringsten weiter von außen auf sie wirkt.

Gedachte Eigenschaft pflegt man die Trägheit zu nennen. Vermöge der Trägheit muß also jeder bewegte Körper sich in Ewigkeit fortbewegen, und ein ruhender ewig in Ruhe bleiben, wenn keiner von beiden durch äußere Kräfte daran gehindert wird. Aber sobald in den ruhenden eine bewegende, in den bewegten hingegen eine widerstehende Kraft wirkt, sobald muß jener freilich in Bewegung, dieser in Ruhe gerathen; denn sodann sind hinlängliche Ursachen dieser Veränderung der Bewegung und Ruhe vorhanden.

Doch ich merke, sezte Philalethes hinzu, daß wir heute kaum den ersten Grund zu der

Lehre

Lehre von der Bewegung der Körper gelegt haben, folglich das Gebäude erst in den folgenden Lehrstunden, so gut wir können, auszuführen suchen müssen, womit er seine jungen Freunde auf heute entließ.

## Vierte Unterhaltung.

### Fortsetzung des Vortrags der ersten Begriffe von der Bewegung.

Wißt Ihr noch, fragte Philalethes am folgenden Tage, wie die Ursachen, welche einen ruhenden Körper in Bewegung setzen und einen in Bewegung begriffenen zur Ruhe bringen, gewöhnlich genannt werden?

Kräfte — versezte Amalie — Aber, fügte sie hinzu, ich weiß nur nicht, was diese sind, oder worin sie bestehen, so, wie mir überhaupt vieles von dem, was ich bisher davon gehört habe, etwas zu hoch zu seyn scheint.

Was eigentlich die Kräfte sind, oder worin sie bestehen, erwiderte Philalethes, das zu ergründen ist wohl für alle Menschen zu hoch. Wir bemerken an ihnen, fuhr er fort, weiter nichts, als ihre Wirkungen, und pflegen nur

die Ursachen dieser Wirkungen mit gedachtem Namen zu belegen, wissen aber nicht, was diese Ursachen, ihrem Wesen nach, eigentlich sind. Wenn ich den Ball auf dem Billard fortstoße, oder sonst in Bewegung setze: so ist offenbar mein Wille die erste Ursache dieser Bewegung, weil er erstlich meinen Arm, dieser aber den Ball sofort in Bewegung sezt. Von dem Willen weiß man aber weiter nicht viel zu sagen, als daß er die Seelenkraft sey, etwas zu wollen oder nicht zu wollen. Wenn ferner das entzündete Schießpulver die Kugel aus dem Geschütze treibt: so liegt hier die Ursache der Bewegung der Kugel darinne, daß das entzündete Schießpulver sich plötzlich und mit großer Gewalt explodirt. Nun weiß man zwar wohl, daß dieses Pulver aus Kohlen, Schwefel und Salpeter bestehet, wie auch, daß aus diesen Materien, wenn sie sich entzünden, ein paar Luftarten plötzlich entwickelt werden, welche gedachte Explosien verursachen: aber warum diese Luftarten solches thun, das weiß man ebenfalls nicht genau. Wenn endlich Wind und Wasser die Körper in Bewegung setzen: so ist bei dem leztern die nächste Ursache der Bewegung in der Schwere, bei dem erstern hingegen in der Schwere, Hitze, Kälte und mehrern Dingen

zugleich

zugleich zu suchen. Was jedoch eigentlich die Schwere sey, das läßt sich gar nicht erforschen, wie wir nächstens hören werden, und über die Natur der Hitze oder Kälte wird noch gestritten. Also wollen wir uns die Mühe nicht geben, das Wesen der Kräfte zu erforschen, denn das würde zu nichts nützen.

Nur dieses ist hiebei noch zu bemerken, daß man in der Lehre von der Bewegung oft gar nicht auf die erste oder ursprüngliche Ursache derselben zu sehen nöthig hat, sondern dieselbe bloß in demjenigen Körper, oder in derjenigen Materie aufsuchen darf, wodurch ein anderer Körper oder eine andere Materie zunächst in Bewegung gesezt wird. Nämlich, wenn ich den Billardball fortstoße: so kann ich sagen, die Ursache oder Kraft liege in dem Stabe, womit ich stoße, und eben so kann ich sagen, daß die Kraft, welche die Kugel aus dem Geschütze treibt, in dem Schießpulver, die Kraft, welche die Wassermühle bewegt, im Aufschlagewasser, die Kraft, welche zuweilen Bäume und Häußer umreißt, im Sturmwinde stecke. Ja oft pflegt man sogar zu sagen: das Wasser ist die Kraft oder Ursache, die die Mühle treibt; der Sturmwind ist die Kraft, welche Häußer und Bäume umreißt, das Pulver ist die Kraft, welche die Kugel im Geschütz in Be-

wegung sezt, u. s. w., wiewohl man doch eigentlich nur sagen sollte, die Kraft befindet sich im Aufschlagewasser, im Winde, im Schießpulver, in meinem Arme, in der Kugel, die sich bewegt, u. s. f. Wir wollen daher in unsern Betrachtungen auch nicht immer die Kräfte der Bewegung in ihrem Ursprunge aufsuchen, sondern nur da, wo wir sie zunächst finden.

Was aber die bisher vorgetragenen Lehren von der Bewegung selbst betrifft: so will ich sie Euch nun durch Beispiele noch zu erläutern suchen, wo sich dann alles nach und nach aufklären wird, weil dergleichen Kenntnisse, die auch im gemeinen Leben oft von großem Nutzen sind, allerdings nicht auf ein mal erlangt werden können.

So viel ist also richtig, daß alles, was Bewegung und Ruhe verursacht, Kraft heißt. Und da ein in Bewegung begriffener Körper überdieß auch bloß von seinem geraden Wege abweichen kann: so muß auch dazu eine Ursache vorhanden seyn, weil in der Welt gar nichts ohne Ursache geschiehet, und eine solche Ursache, die einen Körper von seinem geraden Wege ableitet, wird, wie gesagt, ebenfalls Kraft genannt.

Also wird man sagen müssen: jede Ursache, welche die ruhenden Körper in Bewegung, die

beweg-

bewegten hingegen in Ruhe ſezt, oder auch nur die Geſchwindigkeit und Richtung derſelben verändert, iſt eine Kraft, weil jede Bewegung, jede Ruhe, jede Abweichung vom geraden Wege, jede Veränderung der Geſchwindigkeit nichts als Wirkung iſt, wozu allemal Kraft erfodert wird. Wo wir demnach von Wirkungen reden werden, da müſſen wir allemal zugleich an Kräfte denken, weil Wirkungen nie ohne Kräfte, das heißt nie ohne Urſachen entſtehen, ſo, wie auch niemals Kraft ohne Wirkung iſt, ohngeachtet wir nicht jede Wirkung empfinden.

Urſachen und Kräfte, wovon man täglich reden hört, ohne daß man allemal weiß, was darunter verſtanden wird, ſind mithin vollkommen einerlei Dinge; denn jede Kraft iſt eine Urſache gewiſſer Veränderungen, die in der Welt vorgehen, und jede Urſache der Veränderungen, die ſich in der Welt ereignen, kann folglich eine Kraft genannt werden.

Darin aber, daß einige Materien und Körper in Bewegung, andere in Ruhe geſezt werden, indem ferner einige ihre Geſchwindigkeit, andere ihre Richtung alle Augenblicke verändern, darin beſtehen alle Begebenheiten, die ſich in dieſer Welt ereignen, ja unſere Seele, die dieß

alles wahrnimmt, ist selbst eine Kraft, und kann, gleich andern Kräften, Bewegung und Ruhe, verschiedene Geschwindigkeit und Richtung in den Körpern bewirken, so, wie sie dergleichen oft wirklich bewirkt, wie Jedem seine eigene Erfahrung lehrt. Wenn also Bäume, Blumen, Metalle, Menschen, Blitze, Regenbogen, Nordlichter, Sturmwinde, Erdbeben, Gedanken, Thaten, Erdkugeln, Welten, u. s. w., entstehen und verschwinden: so geschiehet solches alles durch Bewegungen, die anders nicht, als von Kräften bewirkt werden.

Und wer die Gesetze, nach welchen sich die Kräfte in ihren Wirkungen richten, kennen lernt, der kann sich viele Naturbegebenheiten, die dem Unwissenden ewige Geheimnisse bleiben, leicht erklären, und sie zu seinem Nutzen anwenden, wenn er auch gleich das innere Wesen der ursprünglichen oder allerersten Kräfte nicht gehörig zu begreiffen fähig ist.

Hierauf bevestigte Philalethes zwei elfenbeinerne Kugeln von gleicher Größe mit Fäden von gleicher Länge an die Stubendecke, doch so, daß er die Fäden zwischen zwei langen und sehr nahe neben einander laufenden glatten messingenen Stäben, die er vermittelst eines hölzernen

Gestel-

Gestelles über den Fußboden parallel gestellt hatte, hindurch zog, auf daß die Kugeln, oder vielmehr die Fäden derselben, zwischen diesen Stäben, ohne anzustoßen, recht gerade hin und her schwingen konnten. An den Stäben selbst aber hatte er von der Mitte aus nach beiden Enden hin etliche Abtheilungen von gleicher Größe mit Bleistift bezeichnet, und fuhr nun folgendergestallt in seinem Unterrichte fort.

Erstlich zog er die eine Kugel weit von der Mitte zwischen den Stäben nach der einen Seite zurück, und hielt sie vest, indem er die andere noch stille hangen ließ. Dann zog er auch diese um zwei Abtheilungen gegen die andere Seite fort, wo er sie sofort fallen ließ, ohne sie im geringsten dabei zu stoßen. Sie schwang sich also an ihrem Faden nicht nur wieder nach der Mitte der gedachten Abtheilungen herab, sondern stieg auch auf der entgegengesezten Seite um zwei solche Abtheilungen freiwillig aufs neue in die Höhe, da sie sich dann abermals gegen die Mitte senkte, u. s. w. Ein gleiches geschah auch, wenn er sie um drei oder vier oder fünf Abtheilungen erhob, und fallen ließ; denn allemal stieg sie auf der andern Seite eben so weit empor, als er sie von dieser hatte fallen lassen.

Ihr sehet also, sprach er, daß die Kugel allemal so weit jenseits der Mitte der Abtheilungen hin schweift, als wie weit ich sie diesseits der Mitte erhebe, ehe ich sie fahren lasse. Die Ursache hievon ist nichts anders, als die Schwere, von welcher wir, wie gesagt, nächstens ausführlicher handeln, und uns also dann auch diese Sache genauer bekannt machen wollen.

Dann ließ Philalethes die eine Kugel in der Mitte der Abtheilungen still hangen, und entfernte die andere um drei Abtheilungen von ihr, worauf er sie gegen die ruhende fallen ließ, diese bekam also von jener in dem Augenblicke der Berührung einen Stoß, und stieg sofort um drei Abtheilungen diesseits in die Höhe, indem jene indessen ruhete, und folglich durch den ertheilten Stoß ihre ganze Bewegung verlohren hatte. Hierauf entfernte er die eine Kugel um fünf Abtheilungen von der andern, die in der Mitte ruhig hieng: und als er sie fahren ließ, trieb sie diese um eben so viel, nämlich um fünf Abtheilungen fort, indem sie selbst, nach ertheiltem Stoße, in der Mitte ruhig blieb.

Hieraus ist klar, sagte er, daß die eine Kugel in dem Augenblicke der Berührung ihre ganze Bewegung verliert, indem sie dieselbe der

andern Kugel ertheilt, und es ist folglich eben so viel, als ob die Kraft selbst, von welcher die erstere in Bewegung gesezt wird, beim Stoße gänzlich in die andere Kugel übergehe.

Nun entfernte Philalethes die Kugel zur Linken um drei, die zur Rechten hingegen um fünf Abtheilungen von der Mitte, und ließ beide zugleich fallen. Sie trafen zwar beide in der Mitte zusammen, aber die zur Linken stieg nun um fünf, die zur Rechten hingegen nur um drei Abtheilungen zurück. Diesen Versuch machte er noch ein mal, indem er die Kugel zur Linken um vier, die zur Rechten hingegen um zwei Abtheilungen von der Mitte entfernte, da dann die zur Linken nach dem Stoße nur um zwei, die zur Rechten hingegen um vier Abtheilungen zurücke flog.

Also sehet ihr abermals, daß diese Kugeln in dem Augenblicke, da sie zusammen treffen, einander ihre Bewegungen, oder ihr Kräfte mittheilen, und selbige gleichsam verwechseln.

Hierauf nahm Philalethes die eine Kugel vom Faden ab, und bevestigte eine andere daran, die doppelt so groß wie jene war, folglich doppelt so viel wog, oder die doppelte Masse von

jener

jener hatte. Nun entfernte er die größere sowohl, als die kleinere um drei Abtheilungen von der Mitte, und ließ also beide mit gleicher Geschwindigkeit zusammen fahren. Sie trafen genau in der Mitte an einander, und prallten mit ungleicher Geschwindigkeit so von einander zurücke, daß die kleinere wohl um sechs, die größere hingegen nur etwa um anderthalbe Abtheilung zurücke flog.

Hieraus erhellet abermals, fügte Philalethes hinzu, daß diese Kugeln, sobald sie einander berühren, ihre ganze Bewegung, die allenthalben, folglich auch hier, aus der Geschwindigkeit und Masse zugleich bestehet, einander mittheilen, oder verwechseln.

Um dem Leser die Nachricht von diesen Versuchen etwas verständlicher zu machen, will ich die Anordnung dieser Bälle und Stäbe in einem Bilde sinnlich darstellen, welches Tab. I, Fig. 5. zu finden ist. Nämlich M N und P R stellen jene beiden messingenen Stäbe vor, welche rechter Hand in die gleichen Theile I-II-III-IV-V, linker Hand in die eben so großen gleichen Theile 1-2-3-4-5 eingetheilet sind, und zwischen welchen die Bälle A und B, von der Stubendecke in D und C herabhangen. Sind nun

die

die beiden Bälle von gleicher Masse, und man läßt zum Beispiele A aus No. 2. gegen den ruhenden B fallen: so springt B bis No. II ab, und A bleibt indessen ruhig. Läßt man dann B aus No. II wieder gegen A fallen: so springt A bis No. 2 ab, und B bleibt indessen in der Mitte still stehen. Hebt man aber A zum Beispiele bis No. 2, B hingegen bis No. 5 in die Höhe, und läßt man dann beide zugleich gegen einander fahren: so treffen sie zwar ebenfalls in der Mitte bei A und B wieder zusammen, aber A springt nun bis No. 5, und B bis No. 2 zurücke, das heißt, sie verwechseln, die Größen ihrer Bewegung, oder gleichsam ihre Kräfte, indem sie zusammen stoßen. Wenn aber die elfenbeinerne Kugel A zum Beispiele die doppelte Masse von B hat, und aus No. 2 gegen die ruhende B fällt: so springt B fast bis No. 4 zurück. Hebt man ferner die Kugel A, die die doppelte Masse von B hat, bis No. 2, und B auch bis No. II in die Höhe, und läßt man beide zugleich gegen einander fallen: so treffen sie gleichfalls wieder in der Mitte zusammen, und A springt nur bis No. 1, B hingegen bis No. IV. zurück, denn sie verwechseln ihre Kräfte oder die Größen ihrer Bewegungen mit einander, indem sie zusammen stoßen. Hängt man end-

endlich statt jener beiden elastischen Kugeln eine lange schnurgerade Reihe derselben neben einander dergestallt auf, daß je eine die andere genau berührt, und läßt man an dem vordern Ende auf obige Weise eine einzelne Kugel anspielen: so springt am hintern Ende in eben dem Augenblicke die lezte Kugel mit eben der Geschwindigkeit ab, mit welcher jene am vordern Ende anstößt, wobei aber die übrigen alle sich nicht im geringsten bewegen.

Diesen zulezt angeführten Versuch stellte Philalethes ebenfalls an, aber nicht mit Bällen, die an Fäden hiengen, sondern er hatte sich dazu eine sehr lange schmale Rinne gemacht, und sie mit einem feinen Tuchstreifen recht glatt überzogen. Auf diese gerade Rinne legte er nun eine große Menge Billardbälle der Reihe nach aneinander, und ließ am vordern Ende eine einzelne recht gerade anlaufen, da sie dann augenblicklich liegen blieb, sobald sie anstieß, indem bloß am hintern Ende der Reihe die lezte Kugel gerade davon lief, und zwar mit eben der Geschwindigkeit, mit welcher jene angelaufen war.

Endlich ließ er am vordern sowohl, als hintern Ende der gedachten Reihe einen am Ball zu gleicher Zeit anlaufen, da dann beide Bälle in dem Augenblicke der Berührung

auch

auch wieder zurücke liefen, indem alle übrigen abermals ruhig liegen blieben.

Also ist es, fuhr Philalethes fort, eben so viel, als ob die ruhenden Bälle gar nicht zugegen wären, und zwar darum, weil die Bewegung hier gar keine Zeit braucht, um durch sie hindurch zu kommen, wenn auch die Reihe eine Länge von vielen Meilen hätte, nur darf man dabei nicht vergessen, daß diese ruhenden elastischen Kugeln der Reihe nach einander vollkommen berühren müssen. Denn wäre dieses nicht: so würde freilich eine gewisse, obgleich sehr kleine, Zeit vergehen, ehe die lezte am hintern Ende abspringen könnte, nachdem man am vordern eine hätte anlaufen lassen.

Das ist aber sonderbar, sagte **Karl**, daß die mittlern Bälle alle ruhig bleiben. Man sollte doch denken, sie müßten alle fortlaufen, sobald eine andere an sie stößt. Auch begreiffe ich nicht, wie sich die Bewegung durch die ganze Reihe der Bälle fortpflanzen kann, ohne die geringste Zeit dazu nöthig zu haben.

Es ist freilich eine bewundernswürdige Erscheinung, deren Grund nicht leicht aufzufinden ist, versezte **Philalethes**: aber die Sache ist

nun

nun ein mal nicht anders, weil die Versuche sie allezeit bestätigen, und hiemit können wir uns vor der Hand beruhigen.

Könnte man demnach, fuhr er fort, eine gerade Reihe solcher Kugeln von der Erde bis an den Sirius legen, welcher ganz außerordentlich weit von uns absteheт, wie Euch noch aus unsern Unterhaltungen von den Sternen bekannt seyn wird: so müßte die lezte dort augenblicklich abspringen, und sich ohne Aufhören gerade fort bewegen, sobald man eine andere hier auf Erden gerade an diese Reihe anlaufen ließe, wenn sie nämlich der ganzen Reihe nach einander alle vollkommen berührten, und wenn sie weiter von gar keiner Kraft perturbirt würden. Folglich würden wir mit einer unendlichen Geschwindigkeit auf die allerentferntesten Himmelskörper wirken können, wenn die Räume zwischen ihnen und uns dicht mit elastischen Kugeln oder andern elastischen Körpern und Materien angefüllt wären.

Alle bisher angeführte Sätze von der Bewegung beziehen sich aber bloß auf elastische Körper, und gelten keinesweges von weichen oder harten. Denn gesezt, zwei gleich große Bälle bestånden aus weichem Thone: so würden sie,

wenn

wenn sie mit gleicher Geschwindigkeit gegen einander zusammen führen, nach der Berührung nicht wieder zurücke prallen, sondern einander breit quetschen, und augenblicklich ruhen, indem sie sofort nicht mehr zwei verschiedene Bälle, sondern bloß einen einzigen Thonklumpen bilden würden.

Bewegt sich der eine geschwinder, als der andere, indem sie einander entgegen fahren: so wird zwar bei ihrer Vereinigung keine Ruhe erfolgen, aber doch ein Theil der Bewegung verlohren gehen, das heißt: sie bleiben sodann beide an einander hangen, und bewegen sich, langsamer als vorher, nach derjenigen Gegend hin, nach welcher sich anfänglich der geschwindere bewegt hat. Wenn zum Beispiel ein weicher Thonball, der ein Pfund wiegt, von Osten gegen Westen in einer Sekunde hundert Fuß weit gehet, und ein anderer von eben solchem Thon, wie auch von eben dem Gewichte, läuft jenem von Westen gen Osten jede Sekunde funfzig Fuß weit gerade entgegen: so vereinigen sie sich beide, sobald sie zusammen treffen, und gehen sodann vereinigt beide in jeder Sekunde funfzig Fuß von Osten gen Westen fort.

Hieraus erhellet also hinlänglich, daß bei weichen Körpern allezeit ein Theil ihrer Bewegung verlohren gehet, wenn sie einander begegnen, und zwar deswegen, weil sie einander breit quetschen, wozu sie allerdings einen Theil ihrer Bewegung, oder ihrer Kraft, verwenden müssen.

Etwas ähnliches geschiehet auch, wenn sich vollkommen harte Körper gegen einander bewegen. Sie vereinigen sich ebenfalls in dem Augenblicke ihrer Berührung, und kommen sogleich in Ruhe, wenn sie mit gleichen Kräften zusammen fahren, so, wie sie nur einen beträchtlichen Theil ihrer Bewegung verlieren, wenn sie mit ungleichen Kräften einander entgegen kommen.

Diese Sätze von der Bewegung weicher und harter Körper bewies Philalethes ebenfalls durch einige Versuche, indem er sogenannte wasserharte Thonkugeln, welche an der Luft und Sonne getrocknet waren, als harte, und weiche Thonbälle als weiche Körper gebrauchte, wiewohl jene freilich nicht als vollkommen harte Körper betrachtet werden konnten, und folglich die Versuche nur beinahe richtig darstellten.

Bei elastischen Körpern hingegen, fuhr er fort, kann deswegen von ihrer Bewegung nichts verlohren gehen, weil sie sich vermöge ihrer

ter Elastizität aus eigener Kraft allezeit eben so sehr wieder ausdehnen, so sehr sie zusamnengedrückt werden. Wenn daher zwei solche Bälle einander begegnen: so drücken sie sich zwar ebenfalls anfänglich ein wenig breit, aber sie dehnen sich auch wechselseitig sogleich wieder aus, und stoßen folglich, vermöge dieser wechselseitigen Ausdehnung, einander mit eben der Gewalt von sich zurücke, mit welcher sie vorher aneinander laufen. Den weichen und harten Körpern hingegen fehlt gedachte ausdehnende Kraft, und eben darum können sie einander nicht von sich stoßen, wenn sie zusammen treffen, sondern müssen so lange vereinigt bleiben, bis eine fremde oder äussere Kraft sie wieder trennt. Wäre dieses nicht: so würden wahrscheinlich gar keine ordentlich gebildeten Körper in der Welt zu finden seyn. Vielmehr würden die kleinsten Theilchen, aus welchen die Körper bestehen, alle einzeln in dem Weltraume herum fliegen, und in undenklicher Verwirrung bald an einander stoßen, bald wieder von einander apprallen. Diese kleinsten Theilchen sind aber, wie ich schon ohnlängst gesagt habe, wahrscheinlich alle vollkommen hart, und müssen daher freilich, wie die harten Körper bei leztern Versuchen an einander hangen bleiben, sobald sie einander berühren, da sie dann aller-

dings nach und nach ganze Materienklumpen, folglich auch Körper und ganze Welten bilden müssen. Wären sie demnach nicht hart, sondern elastisch: so würden sie jedesmal von einander zurücke prallen, so oft sie einander berühren oder Körper bilden wollten.

Woher weiß man denn, fragte Karl, daß einige Körper eine ausdehnende Kraft besitzen?

Man siehet es aus ihren Wirkungen, antwortete Philalethes, und fuhr folgendergestallt weiter fort.

Wenn man zum Beispiel' eine elfenbeinerne Kugel zwischen zwei stählerne Platten legt und selbige zusammen schraubt: so wird sie nicht nur augenscheinlich ein wenig platt, sondern nimmt auch ihre völlig runde Gestalt sogleich wieder an, sobald man die Schrauben zurücke drehet. Auf gleiche Weise läßt sich die Stahlfeder in der Uhr bald mit mehr bald mit weniger Gewalt ganz enge zusammen winden, und windet sich sofort aus eigener Kraft wieder auseinander, sobald man aufhöret sie zu spannen. Dieß gilt auch von der Luft und manchen andern Körpern und Materien, wie wir künftig ausführlicher hören werden. Aber alles dieses könnte nicht geschehen, wenn dergleichen Körper keine Spannkraft oder Elastizität besäßen, wiewohl man unter dem

Worte Spannkraft hier ebenfalls nur die geheime Ursache gedachter Ausdehnung zu verstehen hat, im übrigen aber nicht fragen muß, was diese Ursache eigentlich sey, weil solches kein Mensch beantworten kann. Denn, wie gesagt, wir sehen, fühlen und empfinden überhaupt gar keine Kraft selbst, sondern bloß die Wirkung derselben; daher es denn auch kömmt, daß wir die Kräfte nur aus ihren Wirkungen erkennen, und ihre Stärke daraus beurtheilen oder ausmessen.

Ausmessen — unterbrach ihn Karl — Wie ist das möglich — Man kann sie ja nicht sehen und auch sonst nicht mit Sinnen fassen?

Man empfindet aber ihre Wirkungen, erwiderte Philalethes, und so ist es eben so viel, als hörte, säh, oder fühlte man sie selbst. Man darf nämlich nur ihre Wirkungen messen, um ihre Stärke, das heißt, sie selbst zu erkennen; denn die Bestimmung einer Kraft ist eigentlich weiter nichts, als das Ausmessen ihrer Wirkung, die man sehr oft lebhaft genung empfindet. Wir sagen nämlich, eine Kraft sey zum Beispiele zehen mal stärker, als eine andere, wenn die Wirkung der erstern zehen mal größer ist, als die Wirkung der leztern, und so weiter. Gesezt ein Mensch kann hundert, und ein andrer nur funf-

zig Pfund vom Erdboden gerade in die Höhe heben: so ist natürlich die Kraft zu heben im erstern doppelt so groß, wie im letztern. Auf gleiche Art sagt man auch, ein Windstoß äußere zehen mal mehr Kraft, als ein anderer, wenn jener zehen mal größere Lasten erhebt und fortführt, als dieser.

Ferner ziehe ein Pferd an einem Seile, welches über eine Rolle gehet, eine Last von drei Centnern in die Höhe: so ist die wirkende Kraft des Pferdes drei Centnern gleich. Vielleicht ist zwar das Pferd vermögend, wohl vier Centner und mehr zu ziehen, woraus denn freilich folgen mag, daß dessen ganze Kraft mehr als drei Centner betrage: allein der Ueberschuß ist hier ganz unwirksam, und mithin in diesem Falle für nichts zu achten. Dazu würde man auch nie vermuthen, vielweniger jemals erfahren, daß ein Pferd mehr Kraft, als drei Centner erfodern, besäße, wenn es nie mehr zu ziehen bekäme, oder wenn es niemals eine größere Wirkung äusserte, als drei Centner betragen.

Auch werdet Ihr zuweilen den Ausdruck in Schriften finden, daß immer die Wirkung der Gegenwirkung gleich sey, wobei ich nur anmerken

ken will, daß dieser Ausdruck nichts weiter sagt, als die Wirkung sey jedesmal der wirkenden Kraft, diese aber jener gleich. Nämlich, zum Beispiele, an Statt zu sagen, die wirkende Kraft des Pferdes ist der Wirkung, die es hervorbringt, gleich, pflegt man sich des unverständlichen Ausdrucks zu bedienen, daß die Wirkung des Pferdes der Gegenwirkung der Last, die es hebt und erhält, gleich sey. Unter der Gegenwirkung verstehet man also in diesem Falle die drei Centner, welche anfänglich auf der Erde liegen, hernach aber in die Höhe gezogen und schwebend erhalten werden. Unter der Wirkung hingegen wird hier die Kraft verstanden, die das Pferd anwendet, um gedachte Last zu erheben, oder schwebend zu erhalten, und welche freilich nicht größer als drei Centner seyn kann, weil die Last selbst nicht mehr beträgt. Ihr könnet also gedachten etwas unverständlichen Ausdruck, der schon zu vielen Mißverständnissen und Irrthümern Anlaß gegeben hat, bei Eurer künftigen Lektüre gänzlich aus der Acht lassen, weil er wirklich nicht gut gewählet ist, und weil man eigentlich allemal dafür setzen muß, daß die Wirkungen den wirkenden Kräften, die wirkenden Kräfte hingegen den Wirkungen gleich sind.

Wirkungen ruhender Körper verhalten sich bloß, wie ihre Massen oder Gewichte. Denn zwei Centner drücken nur halb so stark abwärts, als vier, woraus also hinlänglich erhellen mag, daß in vier Centnern doppelt so viel Kraft wirksam sey, als in zweien, wie auch, daß man die Kräfte ruhender Körper überhaupt nur durch ihre Gewichte oder Massen auszudrücken braucht.

Wenn sich aber die Körper bewegen, dann werden ihre Kräfte nach einem ganz andern Maaße beurtheilt, und zwar nach eben demselben, nach welchem wir in der nächst vorhergehenden Unterhaltung die Größen der Bewegung beurtheilt und bestimmt haben. Dieses Maaß bestand nämlich darin, daß wir die Geschwindigkeit irgend eines Körpers, der sich bewegt, in seine Masse multiplizirten, und sodann das Produkt zum gemeinschaftlichen Maaße annahmen. Da nun bei Körpern die sich bewegen, die Größe der Bewegung ihren wirkenden Kräften selbst allemal vollkommen gleich ist, wie wir bisher deutlich erfahren haben: so haben wir auch das Maaß zu den Kräften selbst gefunden, und können sie folglich eben so gut, wie andere Sachen, wozu wir ein Maaß haben, wirklich ausmessen.

Geſezt nämlich die Kraft eines Körpers, welcher ſich in jeder Sekunde 20 Fuß weit bewegt, und 2 Pfund wiegt, heiße eins, wobei man jedoch das Produkt 2 mal 20, oder 40, in den Gedanken behalten muß. Nun wiege ein anderer Körper auch 2 Pfund, bewege ſich aber in jeder Sekunde 60 Fuß weit: ſo ſagt man 2 mal 60 iſt 120, und ſeine Kraft iſt natürlich drei mal größer, als das zugehörige Maaß, weil 120 drei mal größer als 40 iſt. Wiegt ferner ein Körper 6 Pfund, indem er ſich in jeder Sekunde nur 20 Fuß weit bewegt: ſo iſt ſeine Kraft ebenfalls nur drei mal größer, als die Kraft des erſtern, die das Maaß vorſtellet, weil 6 mal 20 auch nur 120 macht. Bewegt ſich aber ein Körper, welcher zum Beiſpiele 50 Pfund wiegt, in jeder Sekunde 100 Fuß weit: ſo ſagt man 50 mal 100 giebt 5000, da dann die Diviſion zeigt, daß die Kraft dieſes Körpers 125 mal größer ſey, als die Kraft jenes erſtern, die wir als Maaß angenommen haben, u. ſ. w.

Man ſagt alſo ganz richtig: die Kräfte der Körper, die in Bewegung begriffen ſind, verhalten ſich gegen einander, wie die Produkte, welche entſtehen, wenn man die Maſſen oder Gewichte derſelben in die zugehörigen Geſchwindigkeiten multiplizirt. Ein Satz, worauf ſich

ungemein viele Naturwirkungen gründen. Behaltet ihn daher im Gedächtnisse; denn wir werden uns künftig zuweilen darauf berufen.

Besizt ein ruhender elastischer Körper, sezte Philalethes hinzu, unermeßlich viel Masse, oder ist auch nur ein kleiner elastischer Körper auf irgend eine Weise an den Erdboden so bevestiget, daß er einem andern kleinern nicht im geringsten weichen kann, so geschwind auch dieser gegen ihn laufen mag: so muß er dem, der gegen ihn fährt, und ihm einen Stoß versezt, augenblicklich den ganzen Stoß wieder zurücke geben. Folglich muß jeder elastische Körper, welcher gegen einen andern bevestigten elastischen Körper rennt, immer mit eben der Geschwindigkeit von ihm zurücke prallen, mit welcher er sich anfänglich gegen ihn bewegt. Auch ist hiebey zu bemerken, daß er jedesmal gerade von ihm zurücke prallt, wenn er gerade, schief hingegen, wenn er schief gegen ihn hingefahren.

Die Figur, durch welche Philalethes diesen Saz deutlich zu machen suchte, und welchen er überdieses noch mit einigen Versuchen auf dem Billard erläuterte, wo die Bande den unbeweglichen elastischen Körper vorstellt, befindet sich Tab. I. Fig. 6. Der bevestigte elastische Körper

per ist mit A in Gestallt eines Balles angedeutet, wiewohl er auch die Figur eines Riegels CD, oder eines andern Körpers haben kann. Läuft nämlich ein anderer aus N gerade gegen ihn in B an: so prallt er auch von B gerade nach N wieder zurück. Läuft er aber von M gegen B: so trifft er den Körper A unter einer schiefen Richtung, und prallt eben so schief von B nach N zurück, da dann der sogenannte Reflexionswinkel RBN immer dem Einfallswinkel MBN gleich ist.

Man kann ferner, fuhr Philalethes fort, zwei oder mehr verschiedene Kräfte durch gerade Linien ausdrücken. Denn wenn man weiß, wie vielmal die eine Kraft schwächer als die andere ist: so darf man nur eine gerade Linie von willkührlicher Länge für die eine Kraft annehmen, und sodann eine andere Linie so viel mal kürzer machen, als wie viel mal die schwächere Kraft von der stärkern übertroffen wird, und auf diese Weise kann man finden, welchen Weg ein Körper nimmt, wenn ihm mehr Kräfte nach verschiedenen Richtungen treiben.

Die Resultate dieses Räsonnements zeigte Philalethes ebenfalls durch Versuche mit Billardbällen. Wir aber wollen uns dieselben

nur

nur durch bildliche Vorstellungen zu erläutern bemühen.

Gesezt also die Kraft, womit ein Körper A, Tab. I, Fig. 7, nach AB getrieben wird, sey halb so groß, als die Kraft, womit er zugleich nach AD getrieben wird: so macht man die Linie AB zum Beispiele einen Fuß, oder eine Ruthe, AD hingegen zwei Fuß, oder zwei Ruthen lang. Da nun beide Kräfte in einem und eben demselben Augenblicke in den Körper A unter einem Winkel, der hier ein rechter heißt, wirken: so kann der Körper weder nach AB noch nach AD gehen, sondern muß in eben der Zeit, in welcher er sich, nur von einer einzigen Kraft getrieben, entweder durch AB oder durch AD bewegen würde, den Weg CD durchlaufen, welcher gefunden wird, wenn man DC gleich AB, und BC gleich AD macht, wo sich dann die sogenannte Diagonale AC von selbst ergiebt. Treffen diese Richtungslinien der wirkenden Kräfte AB und AD unter einem spitzigen oder stumpfen Winkel zusammen, wie zum Beispiele Tab. I, Fig. 8 und 9: so muß der Körper A dennoch in beiden Fällen wie zuvor, in den Diagonalen AC fortlaufen, wenn er von beiden Kräften AD und AB den Stoß

zugleich empfängt, wiewohl der Weg AC in Fig. 8 länger, in Fig. 9 hingegen kürzer ist, als in Fig. 7.

Dergleichen Kräfte pflegt man, sagte Philalethes, konspirirende Kräfte zu nennen, wenn sich nämlich ihre Richtungslinien auf irgend eine Art gegen einander neigen, wie hier Fig. 7. 8. 9. Wirken sie aber einander geradesweges entgegen, wie in den Versuchen, wovon vorhin die Rede war: so werden sie entgegen gesezte Kräfte genannt.

Endlich ist noch anzumerken, sezte Philalethes hinzu, daß vermittelst solcher konspirirenden Kräfte alle wirbelförmige Bewegungen bewirkt werden, welchen Satz er durch Tab. I. Fig. 10 erläuterte, wo der Körper D von der einen Kraft, welche die Centripetalkraft heißt, immer nach dem Punkte C, von der andern hingegen, die den Namen der Centrifugalkraft führt, allenthalben nach M fortgetrieben wird, und hiemit wurde diese Unterhaltung beendigt.

# Fünfte Unterhaltung.

## Von der Schwere der Körper.

Wir haben noch Wirkungen verschiedener Kräfte zu betrachten, fuhr Philalethes am folgenden Tage fort, ehe wir die Gründe, auf welchen die verschiedenen Eigenschaften der Materien wahrscheinlich beruhen, untersuchen können. Diejenige, mit welcher wir uns heute etwas genauer bekannt machen wollen, nennt man die Schwere, welche von dem Gewichte oder der Last sorgfältig zu unterscheiden ist, wie aus folgenden Erfahrungen erhellen mag.

Wir sehen nämlich, daß alle Körper senkrecht auf die Erdfläche fallen, wenn sie nicht schon entweder unmittelbar auf ihr liegen, oder von andern Körpern, die auf ihr stehen, getragen und in Ruhe erhalten werden. Gräbt man eine Grube, so tief man will: so fallen die Körper, die man hinein läßt, auch in dieser bis auf den Boden, und würden gewiß bis in die Mitte des Erdballes hinab sinken, wenn die Grube keinen Boden hätte.

Ist aber ein Körper so tief gefallen, daß er bereits den Erdboden, oder den Grund einer

Grube

Grube berührt: so kann er freilich nicht noch tiefer fallen, sondern muß daselbst augenblicklich liegen bleiben, wenn er hart oder weich ist, und zwar darum, weil der Erdboden, wie jede andere Materie, undurchdringlich ist, folglich keinen Körper durch sich hindurch läßt, sondern ihm widerstehet.

Wäre aber der Erdboden vollkommen elastisch: so würde ein ebenfalls vollkommen elastischer Körper zu derselben Höhe wieder zurücke springen, aus welcher man ihn hätte herabfallen lassen. Dann würde er abermals niederfallen, aufs neue eben so weit in die Höhe springen, wieder herab fallen, und so ohne Aufhören fortfahren; denn hievon haben wir den Beweis lezthin an den elastischen Billardbällen deutlich genug erkannt.

Allein der Erdboden ist nirgends vollkommen elastisch, sondern theils weich, theils hart: und eben darum können auch die auf ihn fallenden Körper entweder gar nicht, oder nur sehr wenig, wieder zurücke in die Höhe springen, und müssen gar bald gänzlich in Ruhe gerathen, wie auch dieses die Erfahrung täglich in der That lehret.

Ohngeachtet aber fallende Körper sofort ruhig werden, wann sie den Erdboden erreicht haben:

ben: so verlieren sie ihr Bestreben zu fallen dennoch nicht im geringsten, denn sie drücken nun den Boden, worauf sie ruhen, und würden aufs neue sogleich tiefer fallen, wenn man den Boden, oder ihre Unterlage hinweg nähme.

Dazu, daß ich gesagt habe: alle Körper bestreben sich, senkrecht gegen den Erdboden zu fallen, und fallen wirklich senkrecht gegen ihn, wofern sie nicht unterstüzt oder vest gehalten werden, dazu, sag' ich, ist noch zu wissen, daß man unter dieser senkrechten Richtung hier jede gerade Linie verstehet, welche man in den Gedanken durch die Mitte der Erdkugel ziehen kann. Nämlich, wenn wir von unsern Scheitelpunkten, desgleichen unsere Antipoden von ihren Scheitelpunkten, und überhaupt alle Bewohner der Kuchelfläche unsers Erdballes von ihren Scheitelpunkten, dergleichen gerade Linien bis an das Centrum der Erde ziehen: so werden selbige alle auf dem Erdboden senkrecht gezogen, weil überhaupt auf jeder Kugel diejenigen Linien senkrecht stehen, welche, wenn sie gerade fort geführet werden, durch der Kugel ihren Mittelpunkt gehen.

Nun muß aber offenbar eine gewisse Ursache, oder eine gewisse Kraft in der Welt existiren, die

die

die gedachten Wirkungen hervorbringt, und eben diese Ursache oder Kraft ist es eigentlich, welche den Namen der Schwere führet.

Die Schwere ist also eine Kraft, welche alle Körper allenthalben gegen die Mitte der Erde treibt, und stets allenthalben wirksam ist, auch wo man keine Bewegung wahrnimmt, indem sich ihre Wirkung bei ruhenden Körpern durch den Druck, bei den fallenden hingegen durch die stete Beschleunigung des Falles äußert, wie wir bald ausführlich hören werden.

Es ist aber der Druck sowohl, als das Fallen der Körper, gewissen Gesetzen unterworfen, die wir uns nun ebenfalls bekannt machen wollen.

Nämlich wenn man einen Körper, er mag klein oder groß, dicht oder locker, vest, oder flüßig seyn, im Freien, wo ihn gar nichts hindert, fallen läßt, ohne ihn zugleich nieder zu stoßen: so fällt er in der ersten Sekunde funfzehn pariser Fuß tief, und noch ein Wenig mehr, welches Wenige wir aber nicht achten, folglich nicht mitrechnen wollen. Man sollte also nun glauben, er müßte in der zweiten Sekunde gleichfalls um funfzehen solche Fuß fallen, wie auch in der dritten oder vierten, u. s. w, wenn die Höhe nämlich groß genug dazu wäre, wie etwa

ein hoher Thurm, ein tiefer Schacht, oder dergleichen. Allein dieses geschiehet nicht: vielmehr fällt er in der zweiten Sekunde geschwinder als in der ersten, und in der dritten abermals geschwinder, als in der zweiten, indem die Geschwindigkeit seines Falles alle Augenblicke wächst, und mithin ganz erstaunlich groß wird, wenn er aus einer beträchtlichen großen Höhe herab fällt. Gelehrte Männer haben nämlich durch oft wiederholte Versuche gefunden, daß jeder nahe an der Oberfläche der Erde fallende Körper in der zweiten Sekunde seines Falles durch drei mal funfzehen, in der dritten durch fünf mal funfzehen, in der vierten durch sieben mal funfzehen Fuß fällt, und so ferner, da er doch in der ersten Sekunde sich nur um ein mal funfzehen Fuß tief senkt, woraus denn leicht zu erachten, daß die Geschwindigkeit einer solchen Bewegung in jeder nachfolgenden Sekunde um zwei mal funfzehen Fuß größer werde, als dieselbe in der nächstvorhergehenden ist.

Das Produkt, welches heraus kömmt, wenn man eine Größe durch sich selbst multiplaziret, pflegt man das Quadrat selbiger Größe zu nennen. So ist zum Beispiele eins das Quadrat von eins, vier das Quadrat von zwei, neun das

das Quadrat von drei, fünf und zwanzig das Quadrat von fünf, ein und achtzig das von neun, 100 das von 10 u. s. w. Also wachsen die Quadratzahlen 1 : 4 : 9 : 16 : 25 : 36 : 49 : 64 : 81 : 100 u. s. f., wie die ungeraden Zahlen 1 : 3 : 5 : 7 : 9 : 11 : 13 : 15 ; 17 : 19 u. s. w. Da nun die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers im ersten Augenblicke gleichfalls 1, im zweiten 3, im dritten 5, im vierten 7, im fünften 9, u. s. w, ist: so sagt man die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers wachse, wie das Quadrat der Zeit, die er zu seinem Falle anwendet, welcher Satz aber hier weiter nicht ausgeführt werden kann, genug, daß Ihr begreifet, wie jeder fallende Körper in jedem nachfolgenden Augenblicke geschwinder fällt, als im nächstvorhergehenden, wie auch, daß dieses Wachsthum der Geschwindigkeit nach einem unveränderlichen Gesetz geschehe, wie bereits gezeigt worden ist.

Man setze daher, ein vollkommen elastischer Körper falle auf einen andern vollkommen elastischen Körper, oder auf eine starke elfenbeinerne Platte senkrecht herab, und brauche zu seinem ganzen Falle zum Beispiele vier Sekunden: so wird er in der ersten einmal funfzehen, in der zweiten drei mal funfzehen, in der dritten fünf mal

funfzehen, und in der vierten sieben mal funfzehen Fuß fallen, indem die ganze Tiefe, durch die er in vier Sekunden herab fällt, sechzehen mal funfzehen, oder 240 Fuß beträgt. Sobald er nun auf gedachte Platte trifft: sobald wird er, vermöge ihrer ausdehnenden Kraft, mit eben der Gewalt wieder in die Höhe geworfen, mit welcher er auf sie herabgefallen, wie ich vorhin schon gesagt habe. Mithin wird er in der fünften Sekunde sieben mal funfzehen, in der sechsten fünf mal funfzehen, in der siebenten drei mal funfzehen, in der achten ein mal funfzehen Fuß hoch steigen, das heißt, er steigt in den letztern vier Sekunden wieder eben so hoch, als er in den erstern vier Sekunden gefallen ist. Hernach fällt er aufs neue so tief, und steigt wieder eben so hoch, um abermals zu fallen, u. s. w. Denn ein solcher Körper muß auf gedachte Weise in alle Ewigkeit fort fallen und steigen, wenn ihm keine äußerlichen Hindernisse in dieser Bewegung widerstehen.

Und solchergestallt bewegt sich jeder fallende Körper, so lange er fällt, immer geschwinder und geschwinder, da im Gegentheile ein steigender, so lange er steigt, immer langsamer und langsamer steigt, bis er endlich gar zu steigen aufhöret. Mithin sagt man auch ganz richtig: die Schwere beschleunigt

schleunigt allemal die Bewegung fallender Körper, so, wie sie die Bewegung der steigenden retardirt, indem beides auf eine höchst gleichförmige und regelmäßige Weise geschiehet.

Aus dieser Beschleunigung des Falles der Körper lassen sich nun sogleich verschiedene merkwürdige Wirkungen der Natur erklären, die uns gar sehr befremden würden, wenn uns die nur angeführten Gesetze, nach welchen die Schwere sich richtet, unbekannt wären.

Man weiß nämlich, daß die Schloßen in manchen Gegenden, die ihrer besondern Lage wegen vorzüglich starken Gewittern ausgesezt sind, zuweilen nicht nur Menschen und Vieh töden, sondern auch die Dächer der Häußer und Aeste der Bäume zerschmettern, indem es dabei scheint, als ob sie mit einer großen Kraft aus den Wolken gleichsam herabgeworfen würden, und keinesweges bloß vermöge ihrer eigenen Last nieder fielen. Gleichwohl hat man diese ihre außerordentliche Geschwindigkeit, und mithin auch die schrekliche Wirkung derselben, weiter nirgends, als in der Beschleunigung zu suchen, die sie während ihres Falles von der Schwere erhalten. Wenn eine solche Gewitterwolke eine halbe deutsche Meile hoch gehet, und unterwegens den her-

abfallenden Schloßen kein Widerstand geschiehet: so brauchen sie ohngefähr sieben und zwanzig Sekunden, um den Erdboden zu erreichen, und fallen in der lezten Sekunde wohl 800 Fuß tief, welches überaus viel ist, da eine Kugelbüchse die Kugel kaum so geschwind fort treibt. Es ist aber ein Glück, daß die Schloßen von der Luft in ihrem Falle merklich aufgehalten werden, folglich mit einer viel geringern Geschwindigkeit als hier angegeben, den Erdboden erreichen; denn sonst würden sie noch weit mehr Schaden anrichten, als gewöhnlich geschiehet.

Ein Kieselstein, von der Größe einer Haselnuß, verursacht eben keinen sonderlichen Schmerz, wenn er Jemanden ein paar Fuß tief auf den Scheitel fällt. Aber wenn er einem Bergmann in der Tiefe von einigen hundert Fußen senkrecht auf den Kopf trifft: so dringt er tiefer ein, und tödet zuweilen sogar, welches in der That sich schon zugetragen hat, daher man auch dergleichen Unglücksfällen durch verschiedene gute Anstalten vorzubeugen sucht.

Daß ein kleiner Stein, wenn er aus einer großen Höhe herab fällt, und einen Menschen trifft, ihn tödten könne, begreife ich wohl, sagte **Amalie**, und ich kann mir, fügte sie hinzu,

auch

auch leicht vorstellen, daß die Schloßen eine desto grössere Geschwindigkeit erreichen, folglich den Erdboden desto härter treffen, je höher die Wolken gehen, aus welchen sie herab stürzen. Aber, fuhr sie fort, Sie sagten vorhin, wenn ich Sie recht verstanden habe, daß dieses von allen fallenden Materien und Körpern gelte, sie möchten nun klein oder groß, dicht oder locker, vest oder flüßig seyn: und dieß ist es, was ich noch nicht einsehe. Denn die Schneeflocken und Regentropfen fallen ohnfehlbar auch aus großen Höhen herab, haben aber, so viel ich weiß, noch keinen Menschen, und auch sonst kein Thier getödet; ja ich glaube, daß die Schneeflocken keinen Schaden anrichten würden, wenn sie auch aus einer Höhe von hundert und mehr Meilen herabfielen?

Richtig, versezte Philalethes: aber eben darum habe ich auch wohlbedächtig gesagt, daß die Körper, indem sie fallen, von nichts gehindert werden dürfen, wenn sich ihre Geschwindigkeit und Beschleunigung genau nach dem angeführten Gesetz richten soll. In freier Luft fällt Holz, von welcher Art es auch sey, allezeit zu Boden, im Wasser hingegen selten, da es vielmehr insgemein schwimmend auf selbigem liegen

bleibt, und nicht untersinkt. Steine fallen zwar ebenfalls nicht nur in der Luft, sondern auch im Wasser nieder: aber im leztern dennoch weit langsamer, als in der erstern, und wer sich in der Tiefe des Meeres befände, der würde gar keinen sonderlichen Stoß oder Schlag empfinden, wenn ihn daselbst ein fallender kleiner Stein träfe. Die Ursache hievon liegt in dem Widerstande, womit das Wasser den in ihm fallenden Stein alle Augenblicke merklich aufhält, indem dieser nun einen Theil seiner Bewegung oder derjenigen Geschwindigkeit, womit er im Freien fallen würde, anwenden muß, das Wasser alle Augenblicke aus den Stellen, die er während seines Falles in selbigem einnimt, zu vertreiben, oder dessen Widerstand zu überwinden; denn die Materien sind in Hinsicht auf einander selbst alle undurchdringlich, wie wir ohnlängst gehöret haben, und müssen sich daher erst mit Mühe, oder mit Anwendung einiger Kraft, einen Weg bahnen, wenn sie durcheinander hindurch wollen.

Ein gleiches gilt also auch von Schneeflocken, lockern Federn, Regentropfen, und andern Sachen, die in der Luft niedersinken. Diese ist nämlich ebenfalls eine Materie, und leistet mithin den Körpern, die sich durch sie bewegen, auch einigen

Wider-

Widerstand, welcher aber in ihr, wegen ihrer eigenen großen Lockerkeit, freilich sehr geringe, und wohl achthundert mal geringer, als im Wasser ist. Natürlicherweise müssen daher alle in ihr niedersinkende Körper erst einen Theil der Gewalt, womit sie sinken, an gedachten Widerstand verwenden, um ihn zu überwinden, ehe sie wirklich fallen können. Und wenn die Körper, die sich in ihr aufhalten, wenigstens eben so locker, oder auch noch mehr locker sind, als sie selbst: so können sie den gedachten Widerstand nicht einmal überwältigen und folglich gar nicht herabfallen, sondern müssen in ihr herumschwimmen, ja sogar zuweilen in die Höhe steigen, oder vielmehr, wie die Aepfel vom Wasser, empor gehoben werden.

Sollen sich also fallende Körper nach angeführten Gesetzen genau richten: so muß man aus dem Raume, worin sie sich befinden, die Luft hinwegnehmen, welches vermittelst eines gewissen Werkzeuges, dessen Einrichtung wir uns künftig bekannt machen wollen, wirklich geschehen kann, und schon oft geschehen ist.

Alsdann siehet man augenscheinlich, daß ein Goldstücke nicht geschwinder fällt, als eine Daunfeder, oder daß diese eben so geschwind, wie je-

nes fällt. Wäre nämlich der leere Raum, worin weder Luft noch sonst etwas enthalten ist, funfzehen Fuß hoch: so würden beide nur eine Sekunde brauchen, um den Boden zu erreichen, so wie beide nur zwei Sekunden dazu brauchen würden, wenn der gedachte leere Raum sechzig Fuß hoch wäre; denn das Goldstücke kömmt nicht geschwinder herab, als die Daunfeder, wenn man beide in einem und eben demselben Augenblicke fallen läßt.

Da nun die Kraft, welche das Fallen der Körper bewirkt, Schwere heißt, und da überdieses alle Körper und Materien, sie mögen dicht oder locker, groß oder klein seyn, in gleicher Höhe über der Erdfläche, an und für sich, mit einerlei Geschwindigkeit fallen: so ist auch klar, daß alle Körper auf der ganzen Oberfläche der Erde gleich schwer sind. Ein Centner Blei oder Gold ist also nicht schwerer, als ein Papierschnittchen, und ein Heupferd nicht leichter, als das Heufuder, worauf es vielleicht sizt.

Auf solche Art müßte ja ein Pfund so schwer seyn, wie ein Centner, versezte Karl? Und wenn dieß wäre, wie könnte da wohl ein Centner von irgend einer Waare mehr, als ein Pfund gelten?

Wir

Wir kaufen keine Waare nach der Schwere, sondern nach dem Gewicht, oder einem andern Maaße, erwiderte **Philalethes**, und fuhr folgender gestallt weiter fort.

Man sagt im gemeinen Leben freilich oft, ein Centner sey hundert und zehen Pfund, ein Loth vier Quentchen schwer, u. s. f. Aber nach solchen Redensarten dürft Ihr Euch nicht allezeit richten, weil sie oft unbestimmt und unrichtig sind, welches aber hier im Grunde auch nicht viel zu bedeuten hat, weil Jedermann dennoch schon weiß, was er sich dabei denken soll.

Doch muß derjenige, der sich in Ansehung seiner Kenntnisse über den gewöhnlichen Alltagsmenschen erheben will, dergleichen unrichtige Ausdrücke allerdings zu vermeiden suchen, und allezeit bestimmt und ordentlich reden; denn ausserdem sezt er sich der Gefahr aus, mißverstanden zu werden, und in unnüze Streitigkeiten zu gerathen, welches der Fall in dieser Sache wirklich schon oft gewesen ist, indem einige Gelehrte dadurch, daß man das Gewicht von der Schwere nicht sorgfältig unterschieden hat, allerdings zu großen Mißverständnissen verleitet, und sodann von andern Gelehrten gar sehr getadelt worden sind. Man muß also eigentlich sagen: ein Cent-

ner

ner hat hundert und zehen mal mehr Gewicht, als ein Pfund, oder ein Heufuder wiegt mehr als ein Heupferd, oder ein Pfund ist zwei und dreißig mal mehr, als ein Loth, u. s. w; denn bei dergleichen Sachen fragt man allezeit nur nach dem Gewicht, nie aber nach der Schwere, weil diese in allen Körpern, die sich auf der Erdfläche befinden, gleich groß ist, und nur von den Naturforschern in Betrachtung gezogen wird.

Also kann man auch sagen: die Schwere sey die Kraft, alle Körper, die sich in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Erde befinden, mit einerlei Geschwindigkeit gegen diesen Mittelpunkt zu treiben.

Da sich nun diese Kraft in jedem kleinsten Theilchen eines jeden Körpers äußert: so ist klar, daß dieselbe desto mehr mal in einem Körper zugegen sey, je mehr er kleinste Theilchen hat. Mithin ist das Gewicht eines Körpers nichts anders als die Summe der Schwere, die in alle seine kleinsten Theilchen zusammen genommen wirkt, woraus denn zugleich erhellet, warum sich das Gewicht eines Körpers jedesmal nach der Menge oder Summe seiner Theilchen richtet, und nothwendig richten muß.

Ihr

Ihr dürft aber nicht wähnen, daß die Schwere allenthalben mit gleicher Stärke wirke. Nein: diese gleich große Wirkung findet nur bei allen denjenigen Körpern und Materien Statt, welche sich, wie schon gesagt, in einerlei Entfernung von der Mitte der Erde befinden; denn in größern Entfernungen ist sie geringer, in kleinern hingegen größer. Wenn man zum Beispiele 356 deutsche Meilen hoch steigen und einen Körper daselbst fallen lassen könnte: so würde derselbe in der ersten Sekunde daselbst nicht funfzehen Fuß tief, sondern nur sieben und einen halben herab fallen. Hieraus erhellet aber zugleich, daß die Schwere dort nur halb so stark, als hier an der Erdfläche wirke, das heißt: alle Körper sind in gedachter Höhe nur halb so schwer, als hier bei uns. In einer Höhe von 860 geographischen oder deutschen Meilen würde jeder Körper in der ersten Sekunde gar nur um drei und drei Vierthel Fuß tief fallen, und folglich vier mal leichter, als hier seyn. Kurz die Schwere wirkt in jeden Körper um so viel mal weniger, um viel mal größer das Quadrat seiner Entfernung von der Mitte der Erde ist.

So ist zum Beispiele der Mond ohngefähr sechzig mal weiter von der Mitte der Erdkugel ent-

entfernt, als wir. Da nun das Quadrat von 60 gleich 3600 ist: so muß die Schwere in der Gegend, wo der Mond gehet, 3600 mal geringer seyn, als hier bei uns.

Die Abnahme der Schwere läßt sich aber freilich mit keiner Waage prüfen. Denn zu einer Waage braucht man Gewicht, und selbiges wird in größern Höhen allemal um eben so viel leichter, als der Körper, welchen man damit wägen will, woraus denn leicht abzunehmen, daß auch in dem Gewichte der Körper, wegen der etwa verminderten oder vermehrten Schwere, gar keine Veränderung bemerkt werden kann, man mag sie nun nahe an der Erdkugel, oder in einer großen Entfernung von ihr wägen. Bloß die Schwere, das heißt, bloß die Geschwindigkeit, womit die Körper fallen, wird in hohen Gegenden schwächer, in tiefen stärker gefunden, wiewohl auch leicht zu erachten, daß jeder ruhende Körper da, wo die Schwere stärker in ihn wirkt, ebenfalls einen größern Druck äussern muß, als da, wo die Wirkung der Schwere auf ihn schwächer ist.

So fällt zum Beispiele der Mond wirklich alle Augenblicke gegen die Erde herab, nur daß er außerordentlich wenig, nämlich in einer Sekunde

kunde nicht einmal eine ganze pariser Linie fällt. Indessen würde er die Erde dennoch schon längst erreicht haben, wenn ihm der weise Schöpfer gleich zu Anfange nicht auch einen Stoß auf die Seite gegeben hätte, wovon die Bewegung noch jetzt unvermindert fortwähret. Vermöge des gedachten Stoßes entfernt er sich aber alle Augenblicke eben so weit wieder von der Erde, als er sich vermöge der Schwere oder vermöge seines Falles ihr nähert. Mithin kann er freilich dieselbe nie erreichen, sondern muß in seinem elliptischen Wirbel sich bis an das Ende der Welt um sie herum schwingen, indem er, von zwei konspirenden Kräften getrieben, lauter Diagonalen durchläuft, deren Richtung sich alle Augenblicke ändert, so, daß dieselben nothwendig in sich selbst wieder zurücke kehren und einen Afterkreis bilden müssen.

Diesen Satz suchte Philalethes auch durch eine bildliche Vorstellung deutlicher zu machen, welche sich Tab. II, Fig. 1 befindet, und wo E die Erde, M den Mond bedeutet. Nämlich vermöge des gedachten Stoßes bemüht sich der Mond M jeden Augenblick nach den Richtungen MN fortzufliegen, indem er vermöge der Schwere jeden Augenblick nach den Richtungen ME durch MC fällt.

fällt. Also muß er beiden Kräften zugleich folgen, und kann sich mithin weder durch MN noch durch MC bewegen, sondern muß beständig die Diagonalen MM u. s. w., durchlaufen.

Auf eben diese Weise bewegen sich auch alle andere Satellites um ihre Hauptplaneten, und alle Hauptplaneten um ihre Sonnen, weil sie alle gegen einander schwer sind, und eben so, wie der Mond gegen die Erde, stets gegen einander selbst fallen, zugleich aber auch, vermöge des gedachten Seitenstoßes, beständig sich eben so weit wieder von einander entfernen.

Bei den himmlischen Körpern pflegt man im übrigen die Kraft, womit sie gegen einander fallen, öfters auch die Centripetalkraft zu nennen, so, wie die Kraft, womit sie stets zur Seite fortgetrieben werden, die Centrifugalkraft heißt.

Nächstens wollen wir mit unsern Betrachtungen wieder auf die Oberfläche der Erde zurücke kehren, um daselbst noch einige Bemerkungen zu machen, welche die Schwere ebenfalls betreffen, sagte Philalethes, und entließ auf heute seine jungen Freunde, fuhr aber des folgenden Tages in seinem Vortrage folgendergestallt wieder fort.

Sechste

# Sechste Unterhaltung.

## Fortsetzung des Vorigen.

Wenn man einen Körper schief in die Höhe, oder auch horizontal von sich fortstößt: so fällt er nie auf einem geraden, sondern allezeit auf einem krummen Wege zur Erde herab. Aber die Krümmung dieses Weges fällt freilich immer desto weniger in die Augen, je stärker die Kraft ist, welche den Körper horizontal oder schief zur Seite fortstößt, wie man vorzüglich an den Büchsenkugeln wahrnimmt, welche bekanntlich eine große Strecke ganz gerade fort zu fliegen scheinen, da sie doch in der That jeden Augenblick ein wenig sinken, sobald sie aus dem Geschütz heraus kommen.

Dieß erläuterte Philalethes mit sinnlichen Bildern, die sich Tab. II. Fig. 2 und 3 befinden.

Denn durch den Stoß des Pulvers wird zwar die Kugel A nach der geraden Linie AN getrieben, aber sie fällt auch zugleich wegen der Schwere senkrecht gegen den Erdboden herab, und muß daher die krumme Linie AMPQR beschreiben. Gesezt nämlich, AE sey 800 Fuß

lang, und eine in A abgeschossene Kugel brauche nur eine Sekunde, um diese gerade Linie, vermöge des empfangenen Stoßes, zu durchlaufen: so würde sie in vier Sekunden, des nämlichen Stoßes wegen, einen viermal größern Weg nach derselben Richtung zurücke legen, folglich am Ende der zweiten Sekunde in D, am Ende der dritten in V und am Ende der vierten in N seyn, wenn sie nicht am Ende der ersten Sekunde um einmal 15, am Ende der zweiten um vier mal 15, am Ende der dritten um neun mal 15, und am Ende der vierten um sechzehen mal 15 Fuß zugleich senkrecht gefallen wäre. Wer demnach die Stärke des Pulvers genau kennt, und nicht nur mit dem Geschütze gut umzugehen, sondern auch andere Hindernisse, die dem richtigen Erfolge solcher Versuche im Wege stehen, zu vermeiden weiß, der kann die krummen Wege der geworfenen oder abgeschossenen Körper ziemlich genau berechnen, und Kugeln durch solche krumme Wege sogar nach dem Ziele treiben; denn der krumme Weg AMPQR in Fig. 3 läßt sich eben so leicht, wie in Fig. 2 bestimmen, obgleich die Richtung AN dort sehr schräg in die Höhe, hier aber mehr horizontal gehet.

Nun zog Philalethes einen Faden um ein an die Stubendecke bevestigtes Häkchen, und

band

band eine bleierne Kugel daran, die ein Oehrchen hatte, worauf er ihr einen Stoß auf die Seite versezte, und hierdurch verursachte, daß dieselbe sich lange hin und her schwang, wie alle freihangende Körper, die durch einen Stoß in Bewegung, oder zum Schwingen gebracht werden. Wenn er aber den Faden kürzer anzog: so wurden die Schwingungen kleiner und folgten schneller auf einander, so, wie sie im Gegentheile größer wurden und langsamer auf einander folgten, wenn er den Faden länger herab ließ. Auf das Gewichte der Kugel kam dabei nichts an; denn er hieng neben jene bleierne auch eine hölzerne von eben der Größe auf gedachte Weise auf, und in den Schwingungen wurde dennoch gar kein Unterschied bemerkt, wenn beide gleichlang herab hiengen.

Diese Vorrichtung pflegt man das Pendül zu nennen, sagte Philalethes, und Ihr sehet aus diesen Versuchen, daß es bloß an der verschiedenen Länge des Fadens liegt, wenn bald viele bald wenige Schwingungen in einer bestimmten Zeit, zum Beispiele in einer Minute geschehen; denn das ist vollkommen einerlei, ob die Kugel nur ein Loth, oder einen ganzen Centner wiegt, weil ein Loth eben so schwer als ein

Centner ist, und weil diese Schwingungen nicht vom Gewicht, sondern von der Schwere, das heißt, von dem Fallen und Steigen der Kugel, bewirkt werden.

Dieses Fallen und Steigen suchte Philaletes durch das, Tab. II, Fig. 4, befindliche Bild noch deutlicher zu machen.

Die senkrechte Linie CD, sagte er, stellt hier den Faden vor, welcher in dem Punkte C bevestiget, und in D mit einer Kugel beschweret ist. Stößt man also die Kugel von D bis A in die Höhe: so kann sie daselbst nicht hangen bleiben, sondern muß vermöge der Schwere senkrecht gegen den Erdboden zu fallen sich bestreben. Da sich aber der Faden AC nicht verlängert: so kann sie auch nicht von A senkrecht niederfallen, sondern bloß durch den Bogen AD wieder zurücke sinken, da es dann eben so viel ist, als ob sie indessen durch die Höhe MD herabfiele. Durch diesen Fall erhält sie aber allemal eine gewisse Geschwindigkeit, welche eher nicht wieder ganz verschwindet, bis die Kugel auf der andern Seite in B wieder so hoch gestiegen ist, als dieselbe vorher aus A herab gefallen; denn jeder fallende Körper, der seine Geschwindigkeit keinem andern mittheilt, steigt allemal zu eben der Höhe wieder empor, aus welcher er herab kömmt, wie

lezthin schon gezeigt worden ist. Also steigt auch die Kugel hier wieder bis B von sich selbst hinnauf, wo sie jedoch ebenfalls keinen Augenblick verweilen kann, sondern sogleich aufs neue nach D herabfallen muß, um abermals nach M empor zu steigen, u. s. f. ohne Aufhören fort.

Ist nun der Faden CD oder CA kurz: so ist auch der Bogen ADB klein, und ihn kann die Kugel in einer kurzen Zeit zurücke legen. Ist er aber lang: so ist auch der Bogen groß, und die Zeit, in welcher die Kugel den größern Bogen durchläuft, muß länger dauern; denn diese schwingt am langen Faden und am kurzen gleich geschwind, weil die Schwere an beiden Fäden gleich stark auf sie wirkt, und sie folglich mit einerlei Kraft bewegt.

Man hat auch durch vielfältige Versuche wirklich gefunden, daß ein solches Pendül bei uns in jeder Minute genau sechzig Schwingungen vollendet, wenn die Länge seines Fadens, vom Mittelpunkte der Kugel an gerechnet bis an den Punkt, woran es hängt, genau drei Fuß nebst acht Linien und einer halben parisisch Maaß beträgt. Man sagt also: ein Pendül von gedachter Länge macht bei uns lauter Sekundenschwingungen, indem der sechzigste Theil einer Minute bekanntlich eine Sekunde heißt.

Solcher mit Uhrwerken versehenen Pendüle bedienen sich vorzüglich die Astronomen, um sehr kleine Zeiten genau damit abzumessen. Aber es ist hiebei zu wissen, daß dieses nützliche Werkzeug zugleich sehr viel mathematische Kenntniß erfodert, wenn man es mit vollkommener Genauigkeit verfertigen, und recht mit Nutzen gebrauchen will. Was ich bisher davon gesagt habe, das bestehet bloß in den allerersten Begriffen und Gründen, worauf dasselbe beruhet.

Sehen Sie doch, sagte Karl, die Schwingungen haben bereits von sich selbst aufgehöret! Wie gehet wohl das zu? Sie sagten ja, das Pendül müßte ohne Aufhören, so wie zu Anfange, fortschwingen?

Daran sind zweierlei Ursachen schuld, fuhr Philalethes fort. Erstlich befindet sich in dieser Stube bekanntlich Luft, welche der Bewegung der Kugel alle Augenblicke ein wenig widerstehet, und selbige nach und nach gänzlich in Ruhe bringt. Zweitens reibt sich auch der Faden oben am Haken, wo er bevestigt ist, beträchtlich, und ein solches Reiben vermindert die Bewegung ebenfalls. Wäre gar keine Luft hier zugegen, und wäre der Faden sowohl als der Haken vollkommen glatt: so würde auch gar kein Widerstand,

gar

gar kein Reiben irgendwo Statt finden, und jene Schwingungen würden gewißlich in Ewigkeit fortdauern, ohne jemals langsamer oder kleiner zu werden.

Um aber die Bewegung, die das Pendül durch den Widerstand in der Luft, und wegen des Reibens am Haken verlieret, stets wieder zu ersetzen, pflegt man es, wie gesagt, am Steigerade einer Uhr anzubringen, da sich dann die Wirkung des Gewichts, das die Uhr treibt, auch bis dahin erstrekt, und gedachtes Ruhigwerden verhindert. Man wählt zwar in diesem Falle an Statt eines feinen Fadens gemeiniglich einen metallenen steifen Stab, woran unten eine bleierne große Linse bevestigt ist. Allein dieser Stab, der allemal weit mehr Gewicht als ein dünner Faden hat, eigentlich aber mehr nicht als dieser haben sollte, verändert in der Sache nichts weiter, als die Länge des Pendüls, die alsdann der Künstler sehr mühsam bestimmen muß, wenn es noch akkurat gehen soll.

Ueberdieses werden alle Materien und Körper, und mithin auch die metallenen Stangen von der Wärme ausgedehnt und verlängert, von der Kälte hingegen zusammen gezogen und verkürzt. Folglich machen auch die Pendüle im

Sommer weniger Schwingungen in einem Tage als im Winter, weil sie von der Wärme im Sommer etwas länger, von der Kälte im Winter hingegen etwas kürzer werden, als dieselben eigentlich seyn müssen, wenn sie in einer Minute genau sechzig Schwingungen machen sollen.

Auch wissen wir schon, daß die Schwere in hohen Gegenden geringer ist, als in niedrigen. Daher muß ein Pendül aus diesem Grunde in der Höhe ebenfalls langsamer, und in der Tiefe geschwinder gehen, wenn es dieselbe Länge behält, und sonst keine Hindernisse irgendwo antrifft. Nun liegt aber der Aequator der Erde wirklich einige Meilen höher über dem gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Erde, als die hiesige Gegend, und diese liegt abermals einige Meilen höher, als die Gegend um den einen oder andern Pol, woraus also leicht abzunehmen, daß auch die Schwere am Aequator geringer sey, als in den Gegenden, die eine größere Breite haben. Und solches bestätigt wirklich auch die Erfahrung dadurch, daß die Pendüle, welche auf die hiesigen Gegenden eingerichtet sind, in dem heißen Erdgürtel merklich langsamer, in dem kalten hingegen geschwinder gehen, als hier, wenn sie auch gleich stets in einerlei Wärme dergestallt erhalten werden, daß weder einige Verlängerung

noch

noch Verkürzung derselben Statt finden kann. Und dieß ist eine Sache, die den Naturforschern zu verschiedenen gelehrten Spekulazionen und neuen Entdeckungen Anlaß gegeben hat.

Endlich ist hier noch anzumerken, daß die Richtung der Schwere eigentlich nirgends, als am Aequator und an den Polen, genau durch das Centrum der Erde gehet. An allen andern Stellen der Erdfläche würden die Körper in einiger Entfernung von diesem gemeinschaftlichen Mittelpunkte vorbei fallen, wenn sie wirklich in geraden Richtungen bis dahin hinnab fielen.

Dieß läßt sich aber nur durch ein sinnliches Bild begreiflich machen, welches Tab II, Fig. 5 zu finden ist, und wodurch Philalethes diesen Satz zu erläutern ebenfalls bemühet war.

Diese ganze Figur zeigt einen der größten Durchschnitte der Erde, der durch ihre Pole gehet. In N und S befinden sich diese Pole: folglich ist N S die Erdaxe, indem Q R den Durchmesser des Aequators, der Punkt K hingegen, wo diese beiden Linien einander schneiden, das gemeinschaftliche Centrum der Erde vorstellet. Könnte nun Jemand alle Meere und Länder auf einmal durchdringlich machen oder gleichsam in Nichts verwandeln: so würden alle dar-

auf befindliche Körper vermöge der Schwere sofort nach folgenden Richtungen niedersinken. Am Aequator würden die Berge bei R von R nach T, die Löwen bei Q hingegen von Q nach V hinnab fallen, so, wie die Körper an den Polen von N nach O, und von S nach M hinab sinken müßten. Aus dem nördlichen temperirten Erdgürtel würden sie ohngefähr von A nach F, und aus dem südlichen von B nach G fallen. Aber andere, welche sich an den Grenzen der heißen Zone befänden, müßten etwa von C nach P oder von D nach E in die Tiefe sinken.

Demnach hat fast jeder Körper, fuhr Philalethes fort, seinen eigenen Punkt in der Tiefe der Erde, gegen welchen er hinnab zu fallen sich bestrebt. Allein diese Punkte befinden sich dennoch alle ziemlich nahe um des eigentliche Centrum herum, indem die entferntesten kaum etliche Meilen von ihm abliegen, daher man auch, ohne die Wahrheit sehr zu verletzen, gar wohl sagen darf, die Richtung der Schwere gehe wirklich von allen Gegenden nach der Mitte des Erdballes, nur daß man unter dieser Mitte bloß den mittlern Raum verstehet, wo gedachte Richtungen alle zusammen kommen, und welcher freilich kein bloßer Punkt heißen kann, weil ein Punkt gar keine Größe hat.

Was

Was aber die Ursache dieser Abweichung der Direktionslinien der Schwere von dem eigentlichen Centro der Erde betrifft: so hat man dieselbe in dem täglichen Drehen der Erde um ihre Axe zu suchen, als wodurch alle ihre Theile einen desto größern Schwung, nach der Seite fortzufliegen, erhalten, je weiter sie von der Erdaxe entfernt liegen. Auf den Polen liegen die Körper, die sich an der Erdfläche befinden, dieser Axe zum nächsten, und am Aequator sind sie zum weitesten von ihr entfernt: folglich ist auch dort ihr Schwung am geringsten, oder gar nichts, hier hingegen am größten. Und, wenn sich die Erde gar nicht um ihre Axe drehete: so würde man auch von diesem Schwunge nichts wissen, und alle Körper würden zuverläßig aus allen Gegenden derselben gerade gegen der Erde ihren wahren Mittelpunkt fallen.

Es gehet also damit eben so zu, wie mit jeder andern Kreisbewegung der Körper, die zugleich zum Fallen geneigt sind. Wer zum Beispiele sehr schnell carrousel reiten und ganz gerade oder vertikal zu Pferde sitzen oder stehen wollte, der würde auch augenblicklich vom Pferde fallen und aus der kreisförmigen Bahne hinnaus geschleudert werden. Denn vermöge des Kreislaufes

laufes erhält er gleichfalls einen Schwung, oder eine Kraft, nach der Außenseite fortzufliegen, indem ihn die Schwere nur senkrecht auf das Pferd herab treibt. Mithin wird er von zwei konspirirenden Kräften nach einer schiefen Richtung auswärts getrieben, und fällt also herab, wenn er senkrecht auf dem Pferde oder Wagen stehen will, daher er, um solches zu vermeiden, gegen des Kreises Mitte sich neigen, oder schiefstehend sich erhalten muß.

Wenn Ihr nun die tägliche Bewegung der Körper, die sich auf der Erdfläche befinden und mit ihr um ihre Axe gedrehet werden, mit gedachtem Kreislaufe des Carrousels, oder eines Pferdes vergleicht: so wird Euch desto leichter begreiflich werden, warum diese Körper in den meisten Gegenden nie gerade gegen den gedachten Mittelpunkt zu fallen sich bestreben.

Ganz deutlich, sagte **Amalie**, begreife ich das alles doch nicht. Auch sagen Sie selbst, man könne gar nicht wissen, was die Schwere eigentlich sey. Aber läßt sich denn auch nicht einmal durch Vermuthung errathen, worin sie ohngefähr bestehet?

Muthmaßungen hat man, versezte **Philalethes**, wohl darüber geäußert: aber sie sind

auch

auch alle, theils für unrichtig und falsch, theils für überflüßig angesehen worden, und hieran hat man auch ohnstreitig recht wohl gethan.

Ehemals nämlich sagten einige Gelehrte, die Erdkugel wäre mit einer außerordentlich feinen und von unsern Sinnen gänzlich unerreichbaren flüßigen Materie umgossen, deren kleinste Theilchen viele Millionen mal kleiner, als die Theilchen der Luft wären, und vermöge des Druckes dieser sonderbaren unbekannten Materie würden eben alle Körper eigentlich gegen die Mitte des Erdballes getrieben. Allein die Männer, die dieses lehreten, ahmten hierin gleichsam die Indianer nach, welche den Erdboden von vier Elephanten, oder von vier großen Ochsen tragen lassen, ohne vorher zu fragen, worauf diese selbst stehen, wenn sie den Erdball auf ihren Rücken tragen. Denn wenn jene feine Materie, die aber freilich nirgends zu finden ist, andere Körper abwärts drücken sollte: so müßte sie vorher selbst schwer seyn, oder ein gewisses Gewicht haben. Man müßte also aufs neue fragen: woher denn diese undenklich feine Materie ihre Schwere oder ihr Gewicht erhalte? Wollte man antworten, daß eine noch feinere Materie dieß bewirke: so müßte diese abermals erst selbst schwer seyn, und folg-

folglich würde man auf diese Weise in Ewigkeit fort fragen müssen.

Um also diesen Fragen, worauf allemal die nämliche nichts entscheidende Antwort erfolgt, auszuweichen, halten einige andere Gelehrte dafür, daß die Schwere wesentlich zu den Materien selbst gehöre, und eben so wenig, als die Fühlbarkeit, von ihnen getrennt seyn könne. Allein auch diese scheinen zu irren. Denn ein Stein würde gewiß immer noch fühlbar bleiben, und mithin das ganze Wesen der Materie noch behalten, wenn man ihn gleich viele Millionen Meilen hinter die Laufbahn des Eölus hinnaus bringen wollte: aber schwer würde er alsdann beinah gar nicht mehr seyn, woraus also klar hervorgehet, daß die Ursache der Schwere keinesweges in den Materien und Körpern selbst, sondern außer ihnen liegen muß, nur daß wir, wie schon öfters gesagt worden ist, nicht wissen, worin sie eigentlich bestehet.

Vielleicht ist aber der Weltraum selbst ein wirksames Wesen, welches alle Materien in Bewegung sezt, und folglich nicht nur das Fallen der Körper, sondern auch andere Bewegungen und Naturbegebenheiten ursprünglich bewirkt. Allein auch dieß ist nur eine bloße Muthmaßung,

die

die zwar nichts widersprechendes enthält, uns aber auch nicht klüger in dieser Sache macht, als wir vorher schon sind, daher es denn am besten ist, wenn wir uns den Kopf hierüber weiter nicht zerbrechen.

Nächstens will ich Euch auch mit einigen Phänomenen, die aus der sogenannten Attraktion und Verwandtschaft der Materien entspringen, bekannt machen, fügte Philalethes hinzu, indem er die heutige Unterhaltung schloß.

## Siebente Unterhaltung.

### Von der Attraktion und Verwandtschaft verschiedener Materien.

Merkwürdig ist es, fuhr Philalethes nach einigen Tagen wieder fort, daß die Attraktion oder anziehende Kraft nicht nur auf die Erdkugel und auf andere Weltkörper im Großen oder Allgemeinen, sondern auch auf die kleinsten Theilchen der Materien insbesondere, nach gewissen unveränderlichen Gesetzen wirkt, welche wir uns in den vorigen Stunden zum Theil bekannt gemacht haben. Es ist zwar schon oft gezeigt worden, daß eben dieselbe Kraft, welche den

Stein

Stein gegen die Erde treibt, auch den Mond an die Erde, die Erde aber und andere Planeten an die Sonne, und eine Sonne an die andere binde: aber daß ebendieselbe Kraft sogar auch die kleinsten Theilchen der Materien aneinander ziehe, und im Zusammenhange erhalte, davon habe ich bisher geschwiegen, und muß mich daher über diese Sache nun auch ausführlicher erklären.

Man pflegt nämlich gedachte Kraft nur dann Schwere zu nennen, wenn wir ihre Wirkung bloß in Hinsicht auf den ganzen Erdball im Großen betrachten, das heißt, wann wir wahrnehmen, daß einzelne Körper von ihr senkrecht gegen seine Oberfläche getrieben werden. Denn in wiefern sie den Mond gegen die Erde, diese aber und andere Planeten gegen die Sonne treibt, in sofern pflegt man ihr den allgemeinen Namen der anziehenden, oder centripetal-Kraft zu ertheilen, so, wie sie im Gegentheile den Namen der Affinität oder Verwandtschaft führet, wenn man ihre wechselseitige Wirkung in den kleinsten Theilchen der Materien selbst betrachtet. Man muß also nicht glauben, daß diese verschiedene Namen verschiedene Kräfte anzeigen: denn sie zeigen alle nur eine und ebendieselbe Kraft an, die allenthalben nach einem und eben demselben Gesetz, wiewohl

an

an sehr verschiedenen Orten und mit verschiedener Stärke, wirkt. Auch kömmt sie allerdings unter ihrem gemeinschaftlichen Namen der anziehenden Kraft in allen drei Fällen oft vor: und man kann daher nicht nur der Affinität, sondern auch der Schwere, der Deutlichkeit unbeschadet, gedachten allgemeinen Namen der anziehenden Kraft beilegen, ob solches gleich nicht sehr gewöhnlich ist.

Ein gleiches wird auch von der Schwungbewegung oder Centrifugalkraft gelten. Denn diese wirkt höchstwahrscheinlich auch im Kleinen eben so, wie im Großen, ich sage: sie wirkt auf die kleinsten Theilchen der Materien gewiß nach eben den Gesetzen, nach welchen sie die Wirbel der Planeten und Kometen um die Sonne, oder das Anschwellen der Aequatorialgegenden auf Erden und auf andern Weltkörpern, die sich um ihre Axen drehen, hervorbringt, nur daß diese Kraft nicht verschiedene Namen führt, sondern allenthalben, sie mag sich wirksam zeigen, wo sie will, die Centrifugalkraft heißt.

Nun kann man jeden Materienklumpen als eine ganze Sternenwelt im Kleinen betrachten, das heißt, man kann die kleinsten Theilchen desselben als eben so viele Sonnen und Wandel-

sterne ansehen, die vermöge ihrer Centripetal- und Centrifugal-Kräfte um einander herum wirbeln, so, wie im Gegentheile alle Sonnen und Wandelsterne zusammen genommen, in Hinsicht auf ihre anziehenden Kräfte und Schwungbewegungen, als einzelne kleine Theilchen des ganzen Weltalls betrachtet werden können. Denn gleichwie die Theilchen des großen Weltalls, oder die Weltkörper, vermöge ihrer wechselseitigen Anziehung und Schwungbewegung in einander wirken, um Planetensysteme und ganze Firsternwelten zu bilden: eben so können auch die verschiedenen kleinsten Theilchen des Wassers, des Oehles, der Luft oder der Erde und so weiter, mit eben denselben Kräften in einander wirken, um Wassertropfen, Erdenklöße, Krystalien, und so ferner, darzustellen, indem einige dieser kleinsten Theilchen gleichsam die Herrschaft über die andern führen und selbige an sich ziehen, welches jedoch sehr oft anders nicht geschehen kann, als daß die erstern zugleich um die leztern herum wirbeln.

Welche Vergleichung! versezte Amalie. Einen Wassertropfen oder Erdenkloß mit dem ganzen Sternenheer in Parallele zu stellen! Mir scheint ihr Unterschied unbegreiflich groß!

Mir ebenfalls, fiel Karl ihr in die Rede, und bat seinen Lehrer, ihm folgende Frage zu erlau-

lauben. Aus unsern Unterhaltungen von dem Weltgebäude, sagte er, weiß ich freilich wohl, daß viele Himmelskörper, oder um in Ihrer eigenen Sprache zu reden, viele einzelne Theilchen des großen Weltalls in ewigen Wirbeln um andere einzelne Theilchen des nämlichen Weltalls herum laufen: aber laufen denn auch die Theilchen eines Wassertropfens in solchen Wirbeln um einander herum?

Wenn sie, erwiderte Philalethes, von keiner fremden Kraft hieran gehindert werden: so muß dieses, wie schon gesagt, wegen ihrer wechselseitigen Attraktion und Schwungbewegung ohnfehlbar geschehen. Aber gesezt, zwei Planeten kämen einst in ihrem Laufe einander so nahe, daß ihre Schwungbewegung von ihrer gegenseitigen anziehenden Kraft überwältigt würde: so müßten beide Körper natürlicherweise zusammen fahren, und sich vereinigen. Diese beiden vereinigten Körper würden sodann von der Sonne desto stärker angezogen werden, und sie würden folglich in dieselbe fallen. Dadurch aber würde das ganze Planetensystem zerstört werden, indem alsdann auch alle übrige dazu gehörige Wandelsterne in Unordnung gerathen, folglich nach und nach alle auf die Sonne fallen, und sofort nur eine große unförmliche Masse bilden müßten. Dieß

ist nun wahrscheinlich auch der Fall im Kleinen, oder bei den meisten irdischen Materien, die wir kennen. Denn bei diesen werden die Kräfte der Anziehung und Schwungbewegung von fremden Ursachen in der That oft unterdrückt, weil sie in ihnen nur schwach wirken. Und mithin müssen die Theilchen solcher Materien freilich oft bis zur unmittelbaren Berührung zusammen fahren, und bald mehr, bald minder dichte, bald mehr bald minder ausgebildete Massen darstellen.

Das wäre doch sonderbar, erwiderte Karl, wenn jeder Krystall, jede Blume, jeder Wassertropfen gleichsam eine kleine Welt wäre!

Und wie wollen Sie, sezte Amalie hinzu, diesem Satze einen Anstrich von Wahrscheinlichkeit geben, da man gedachte Bewegungen der kleinsten Materientheilchen doch gewiß nie siehet, nie empfindet, folglich auch von den Kräften, die diese Bewegungen hervorbringen, eigentlich wohl nichts mit Gewißheit zu sagen weiß?

Die kleinsten Materientheilchen und ihre Bewegungen, fuhr Philathes fort, sehen wir zwar freilich nicht: aber an sehr kleinen Körperchen, die bloß durch Vergrößerungsgläser zu erkennen sind, nehmen wir gedachte Bewegungen dennoch oft genug sehr deutlich wahr. Und da wir bisher gefunden haben, daß alle Sonnen der

Milch-

Milchstraße sich wahrscheinlich um den Sirius eben so bewegen, wie die Planeten um die Sonne; die Planeten um die Sonne aber eben so, wie der Mond um die Erde; der Mond um die Erde endlich eben so, wie einige kleine mikroscopische Körperchen um andere herum laufen; so kann man allerdings mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch die allerkleinsten Materientheilchen auf eben die Weise um einander herum wirbeln, wenn sie von keinen fremden Kräften daran gehindert werden.

Bei welcher Gelegenheit nimmt man denn, fragte Karl, eine solche Bewegung sehr kleiner Materientheilchen wahr?

Man darf nur, fuhr Philalethes fort, zum Beispiele, siedendes Wasser in den hellen Sonnenschein setzen, und seine aufsteigende Dämpfe in diesem Sonnenscheine mit einem gewöhnlichen Vergrößerungsglase aufmerksam betrachten: und man wird sogleich wahrnehmen, daß dieser Dampf aus lauter feinen Bläschen bestehet, welche von dem wallenden Wasser haufenweise empor steigen, und zugleich in kleinen Kreissen schnell um einander herum wirbeln. Solche wirbelförmige Bewegungen nimmt man überdieß nicht nur bei dergleichen Dämpfen, sondern

auch beim Verbrennen mancher Materien mit Hilfe der Sonnenmikroskope wahr, deren Einrichtung und Gebrauch ich Euch aber erst künftig ausführlicher bekannt machen kann. Aber aus dem, was ich nur allererst gesagt, erhellet meines Erachtens doch schon hinlänglich, daß auch die allerkleinsten Theilchen der Materien sich wirbelförmig bewegen können, und also wahrscheinlich sich auch wirklich so bewegen, wenn sie Raum genug zu dieser Bewegung haben, und von keinen fremden Ursachen daran gehindert werden.

Soll man jedoch aus der Erfahrung beweisen, daß die kleinsten Materientheilchen auch eine anziehende Kraft gegen einander äußern, folglich zusammen fahren, wenn sie einander zu nahe kommen, und sonst von nichts gehindert werden: so wird solches noch leichter, als das vorige geschehen können, da man tausend Phänomene anführen kann, die diesen Satz außer Zweifel setzen. Wir wollen uns aber nur einige davon bekannt machen, und um jedes Mißverständniß zu vermeiden, will ich vorher noch erinnern, daß die anziehende- oder centripetal-Kraft in den Fällen, die ich nun beschreiben will, eigentlich die Attraktion und Verwandtschaft heißt.

Philalethes nahm nun ein dünnes gläsernes Röhrchen, dessen innere Höhle durchaus nicht

viel

viel weiter als ein Pferdehaar und sowohl oben als unten offen war. Durch dieses Röhrchen sog er erst ein wenig Wasser, um es damit inwendig feucht zu machen, und leerete dasselbe durch Saugen sofort wieder aus. Dann stellte er dieses Röhrchen dergestallt in ein Glas voll Dinte, daß die Oberfläche derselben von dem untern Ende des Röhrchens kaum berühret ward, worauf die Dinte von sich selbst wohl einige Querdaumen hoch im Röhrchen in die Höhe stieg. Und so blieb sie auch stehen, als er das Röhrchen gänzlich aus der Dinte wieder heraus hob, daher er sie durch Saugen wieder herausziehen mußte, um diesen Versuch von seinen jungen Freunden selbst mit Wasser, Wein, Weingeist und verschiedenen andern flüßigen Materien wiederholen zu lassen.

Dergleichen Röhrchen nennt man Haarröhrchen, sagte er, und zwar darum, weil sie im Lichten nicht viel weiter als ein Haar sind. Ihr sehet aber aus diesen Versuchen augenscheinlich, daß eine gewisse Menge flüßigen Wesens am Glase in die Höhe gehoben wird, welches doch gewiß nicht ohne Ursache geschiehet, weil dergleichen flüßige Materien, sich selbst überlassen, nie aufwärts fahren, sondern vermöge der Schwere im-

mer nur abwärts fließen. Diese Ursache ist nun die gedachte Attraktion, die die Theilchen des Glases und Wassers gegen einander äußern.

Was diese Versuche lehren, das könnet Ihr auch alle Abende an den Dachten brennender Lampen und Kerzen wahrnehmen. Denn das Oehl und geschmolzene Wachs, oder der zerflossene Talg, wird in den Dachten ebenfalls durch einen beträchtlichen Raum in die Höhe gehoben, welches daher ebenfalls auch aus keiner andern Ursache geschiehet, als weil die Fasern des Dachtes gegen die Theilchen des Oehles oder Wachses eine anziehende Kraft äußern.

Hierauf machte Philalethes die nämlichen Versuche mit andern Glasröhren, deren innere Höhlen aber viel weiter waren, als jener ersten ihre. Dinte, Wasser, Wein und viele andere Flüßigkeiten stiegen darin ebenfalls empor, nur aber nicht so hoch, wie in der vorigen. Auch sah man sehr deutlich, daß das Wasser nah an der Fläche der Glashöhle höher stand, als in der Mitte der Höhle selbst, wo es gleichsam eine kleine Grube bildete, doch so, daß deren größte Vertiefung dennoch merklich über der Oberfläche des Wassers, worin die Röhre mit ihrer untern Oeffnung stand, erhoben war.

Daß

Daß dergleichen flüßige Materien, fuhr Philalethes fort, in weiten Röhren nicht so hoch steigen, wie in engen, kömmt bloß daher, weil die Attraktion des Glases nur ein gewisses verhältnißmäßiges Gewicht von Wasser heben und ertragen kann. Denn da ein gewisses Gewicht von Wasser in einer engen Röhre einen längern Raum erfüllet, als in einer kürzern: so siehet man leicht, warum es in weiten Röhren nicht so hoch als in engen empor gehoben wird, wobei nur noch zu merken, daß die Höhen, um welche es in solchen Röhrchen über die gemeinschaftliche Wasserfläche in die Höhe steigt, sich verkehrt wie die Durchmesser der Röhrchen verhalten, so, daß es in dem einen, welches eine gewisse Weite hat, zwei Querdaumen hoch stehet, wenn es in einem andern, das im Durchmesser doppelt so weit ist, nur einen Querdaumen hoch gefunden wird, und so ferner.

Auch ist zu wissen, daß Weingeist, Wasser, Bier und viele andere flüßige Materien, in allen hölzernen, irdenen und gläsernen Gefäßen, man mag sie so weit machen, als man will, am Rande herum immer ein wenig höher stehen, als in der Mitte, so, daß diese Flüßigkeiten in solchen Gefäßen immer eine vertiefte oder gleichsam aus-

gehöhlte Oberfläche haben, fast auf eben die Weise, wie das gefärbte Wasser in diesen weitern Röhren hier, nur daß gedachte Vertiefung in einer sehr weiten Schale nicht sonderlich merklich ist. Hiebei muß man aber immer als vorausgesezt annehmen, daß eine solche Schale nicht ganz angefüllt sey, weil sich sonst gedachte Vertiefung in einen Haufen oder Buckel verwandelt, wie man denn wirklich eine Tasse Thee oder Kaffee gehäuft einschenken kann, wenn die Tasse am Rande herum noch vollkommen trocken ist.

Die Ursache dieser leztern Erscheinung liegt ebenfalls in der Attraktion, welche die Theilchen des Wassers gegen einander äußern. Denn vermöge derselben werden sie gegen einander selbst getrieben, und zwar so, daß ihr Bestreben stets dahin gehet, lauter kugelrunde Körper aus ihnen zu bilden. Sie würde dergleichen runde Gestallten auch beständig aus allen flüßigen Wesen bilden, wenn sich ihr von außen keine stärkeren Kräfte, wie etwa die Schwere oder der Druck ist, widersetzten; denn wo sich ihr keine solchen äußern Kräfte widersetzen, da bildet sie allenthalben Tropfen, die jedesmal kugelrund sind.

Nun goß Philalethes Wasser in eine große flache Schüssel, und legte, nachdem das Wasser

recht

recht ruhig geworden war, zwei kleine hohle Glaskugeln darauf, und zwar so, daß dieselben in einer kleinen Entfernung von einander mitten auf der Wasserfläche schwimmend ruheten. Diese gläsernen Blasen werden zusammen fahren und sich vereinigen, sagte er, nur müssen wir uns dabei ruhig verhalten, daß wir sie nicht stören, noch das Wasser erschüttern. Anfänglich näherten sich auch diese gläsernen Blasen ganz langsam: aber sobald sie nur noch etwa eine halbe Daumenbreite von einander entfernt waren, dann liefen sie allmählig geschwinder, und ranuten sofort schnurgerade zusammen, ohne im geringsten wieder zurück zu prallen. Amalie wollte nun das eine hohle Kügelchen vom andern mit einem Finger wieder sanft entfernen: allein das andere blieb am ersten hangen, und folgte diesem schwimmend allenthalben nach, daher sie ihren Finger zwischen dieselben legen, und sie solchergestallt sanft auseinander drücken mußte. Man wiederholte also diesen Versuch noch etliche mal, um zu sehen, ob dieß alles nicht etwa nur durch einen besondern Zufall geschehen sey: allein er zeigte allemal das nämliche Phänomen, man mochte ihn, so oft man wollte, wiederholen.

Legt man, sezte Philalethes hinzu, ein paar trockene Pfennige recht vorsichtig und nicht weit

von

von einander aufs Wasser: so schwimmen sie gleichfalls auf einander zu, und zwar aus eben den Ursachen, aus welchen die beiden gläsernen Blasen zusammen fahren.

Diese Ursachen sind nun ebenfalls in weiter nichts, als in der Attraktion zu suchen. Denn vermöge derselben werden die Wassertheilchen nicht nur am Rande der Schüssel, wie schon gesagt, merklich empor gehoben, sondern sie steigen auch aus eben dem Grunde an den gläsernen Blasen selbst ringsherum ein wenig in die Höh, und bilden also gleichsam ein paar kleine Hügel, auf welchen die beiden hohlen Gläschen liegen. Diese beiden Wasserhügel ziehen also einander in kleinen Entfernungen ebenfalls merklich an, und fliessen sofort plötzlich in einen einzigen größern Hügel zusammen, sobald sie einander zu nahe kommen, so, daß dann die darauf schwimmenden kleinen Blasen, welche zugleich mit einander attrahiren, dem Wasser sofort folgen und nothwendig zusammen fahren müssen.

Hiebei ist jedoch zu merken, daß die gegenseitige Attraktion zweier gleichartiger Materien allemal desto stärker wirkt, je mehr Atomen oder kleinste Theilchen sie enthalten, und je näher diese Theilchen beisammen liegen; denn die Attraktion

traktion, welche die Planeten gegen die Sonne treibt, ist viel stärker, als diejenige, mit welcher die Planeten gegen die Erde getrieben werden, weil die Sonne weit mehr Masse, als die Erde hat, und jene Attraktion die den Stein gegen die Mitte der Erde drängt, ist in großen Höhen geringer, als in kleinern, weil der Stein dort weiter, als hier, von ihr abstehet. Auf gleiche Art enthält auch ein Wassertropfen unläugbar bei weitem nicht so viele kleinste Theilchen, als die ganze Erdkugel: folglich kann auch die Attraktion beim Wassertropfen bei weitem nicht so stark seyn, als beim ganzen Erdballe, welches man auch schon daraus abnehmen kann, daß der Erdball alle um uns befindlichen Körper, so groß dieselben auch seyn mögen, mit starker Kraft an sich ziehet, und sie nicht von sich läßt, da im Gegentheile die Attraktion eines Wassertropfens nur im Stande ist, sein eigenes Gewicht zu erhalten, wie man leicht wahrnehmen kann, wenn man Wasser auf einen flachen hölzernen oder irdenen Körper gießt, and ihn sodann umwendet. Alsdann bleiben nämlich nur einzelne Tropfen daran hangen, deren Gewicht also weder größer noch kleiner, als die Attrakzion seyn kann, vermöge welcher ihre kleinsten Theilchen unter einander selbst zusammen halten, und womit

mit sie der Körper, woran die Tropfen hangen, erhält.

Hieraus erhellet aber zugleich, daß die Attraktion der kleinsten Theilchen eines jeden Tropfens, von welcher Art eines flüßigen Wesens er auch sey, allemal dem ganzen Gewichte des Tropfens gleich sey, weil er sonst von dem Körper, woran er hängt, herab fallen müßte. Und hieraus wird unser Satz, daß die Stärke der Attraktion eines Körpers gegen einen andern ihm gleichartigen, an welchem er hängt, sich allezeit nach der Menge seiner kleinsten Theilchen richte, abermals bestätigt.

Eben diesen Satz suchte **Philalethes** noch durch folgende Versuche und Erfahrungen zu erläutern.

Von der Wärme der Stube hatte sich in einem seiner Barometer ein wenig Quecksilber sublimirt, welches oben im leeren Gewölbe der Röhre in Gestalt kleiner Kügelchen von der Grösse der Mohnkörner hieng. Diese zeigte er seinen jungen Freunden, und sagte: diese kleinen Kügelchen sind ohne Ursache doch nicht hangen geblieben, sondern hätten vermöge ihres Gewichts herab fallen müssen, besonders da in der Barometerröhre oben über dem Quecksilber gar nichts zugegen gewesen ist, was ihren Fall hätte

hin-

hindern können; also muß die Ursache, warum sie hangen geblieben, ebenfalls die Attraktion seyn, mit welcher hier das Glas in die feinen Quecksilbertröpfchen wirkt, und sie nicht fallen läßt.

Dann befeuchtete er zwei Glasplättchen erstlich mit Wasser, und goß dann auf das eine Weingeist, auf das andere hingegen Vitriolöhl, worauf er beide über einem Gefäße vorsichtig umkehrte. Die Liquores flossen von beiden so weit ab, bis an jedem nur ein einziger Tropfen hangen blieb. Aber der Tropfen des Weingeistes war augenscheinlich größer, als der Tropfen des Vitriolöhls, weil das Vitriolöhl viel dichter als Weingeist war, das heißt, weil die beiden Tropfen gleich viel Masse, mithin auch einerlei Gewicht besaßen, und weil die Attraktion des Glases an beiden Täfelchen gleich groß war. Könnte man ein Quecksilbertröpfchen an die untere Fläche einer Glasplatte hängen, sagte er: so würde es aus eben dem Grunde sogar vierzehnmal kleiner seyn, als ein Wassertropfen, weil Quecksilber vierzehnmal dichter als Wasser ist, folglich so viel mal mehr Masse hat. Und eben darum waren auch die Quecksilbertröpfchen in der Barometerröhre, die ich Euch nur allererst gezeigt habe, so außerordentlich klein.

Hier-

Hierauf ließ Philalethes ein Quecksilbertröpfchen von der Größe eines Hanfkorns auf eine Glastafel rollen, wo es nach einigem hin und her laufen sofort liegen blieb, ohne zu zerfließen, oder das Glas naß zu machen, indem es vielmehr seine kugelförmige Gestallt unverändert beibehielt, und nirgends etwas von seiner Masse auf dem Glase hängen ließ.

Die Ursache, welche das Quecksilber auf dem Glase nicht, wie Wasser zerfließen läßt, liegt ebenfalls in der wechseitigen starken Attraktion seiner Theilchen, fuhr Philalethes in seiner Erklärung fort, und sezte hinzu, daß die Theilchen des Quecksilbers gegen einander selbst eine viel stärkere Attraktion, als gegen die Theilchen des Glases äußerten, mithin in ihren Wirkungen gegen einander selbst von den Theilchen des Glases gar nicht merklich gestöret würden, daher denn allerdings folge, daß jenes Quecksilberkügelchen auf der Glastafel allerdings nicht habe zerfließen können, sondern seine kugelförmige Figur nothwendig habe behalten müssen, so, wie jede Materie, wie wir weiter oben gesehen haben, die runde Gestallt von Natur annimmt und behält, wenn sie von nichts daran gehindert wird.

Dieß

Dieß ist auch die Ursache, warum sich das Quecksilber im Barometer obenher allezeit mit einem kleinen Hügel endigt, merkte Philalethes hiebei noch an, indem er seinen beiden jungen Freunden diesen Quecksilberhügel selbst in einem Barometer zeigte. Denn die gegenseitige Attraktion der Quecksilbertheilchen leidet in der gläsernen Röhre gleichfalls keine merkliche Stöhrung, und es ist also eben so viel, als ob man einen ziemlich grosien Quecksilbertropfen auf Glas legt, welcher dann auch nicht völlig kugelrund bleibt, sondern wegen der Schwere und seiner eigenen zu großen Masse sich etwas abplättet, aber dennoch nie ordentlich zerfließt, sondern sich allezeit in Form eines Hügels zeigt.

Aber auf reinen goldenen, silbernen, zinnernen, bleiernen und kupfernen Platten zerfließen die Quecksilbertröpfchen, so klein sie auch seyn mögen, allerdings; ja die Theilchen des Quecksilbers dringen sogar in solche Metalle, wie Wasser in trockenes Holz oder in trockene Erde, ein. Dieß zeigt an, daß die Theilchen des Quecksilbers gegen die Theilchen anderer Metalle wenigstens eben so viel, wo nicht noch mehr Attraktion äußern als gegen einander selbst. Und aus dieser Ursache hängt sich das Quecksilber an ge-

dachte Metallplatten, wie Wasser an Steine, an, das heißt, es macht sie ordentlich naß, und eben darum pflegt man auch das Quecksilber das Wasser der Metalle zu nennen.

Hierauf ließ Philalethes einen Quecksilbertropfen von der Größe einer Erbse auf die Glasplatte laufen. Dieser blieb nun zwar nicht völlig rund, sondern machte sich wegen seines Gewichts etwas flach: aber, wie Wasser zerfloß er bei weitem dennoch nicht. Nämlich ein Wassertropfen, welchen er neben jenen auf die Glasplatte fallen ließ, zerfloß augenblicklich gänzlich, und machte mithin das Glas naß.

Endlich bestreuete Philalethes ein Glas voll Wasser dergestallt mit Hexenmehl, daß die ganze Oberfläche damit bedeckt ward. Und nun konnte er in dieses Wasser die Finger tauchen, so tief und so oft er wollte, ohne sie im geringsten naß zu machen; denn sie waren allemal noch völlig trocken, wann er sie wieder heraus zog. Auch bildete sich um eine hinein gelegte hölzerne Kugel kein kleiner Hügel, wie an einer andern, welche daneben auf unbestreuetem Wasser schwamm: vielmehr entstand rings um sie herum eine kleine Vertiefung, die einen merk-

lich größern Umfang hatte, als die Kugel selbst, welche darin lag.

Um aber dem Leser dieser Unterhaltungen angeführte Versuche recht verständlich zu machen, will ich sie alle noch durch bildliche Vorstellungen, die auf beiliegender dritten Kupfertafel zu finden sind, zu erläutern suchen.

Nämlich FD, fig. 1, bedeutet ein Haarröhrchen, welches bis F unter der Wasserfläche AB stehet, und worin gleichwohl das Wasser vermöge der Attraktion bis C in die Höhe gehoben wird.

Aber FD, fig. 2, stellt eine ziemlich weite Glasröhre vor, welche ebenfalls bis F unter der Wasserfläche AB stehet, und worin das Wasser, wegen der größern Weite der Röhre, nur bis C steigt, wo es eine merklich ausgehöhlte grubenförmige Oberfläche bildet.

Fig. 3 zeigt den obern Theil einer Barometerröhre, in welcher sich die Quecksilbersäule bei AB endigt, und keine Vertiefung, sondern einen kleinen Hügel daselbst zeigt.

Fig. 4 bedeutet eine Glasplatte mit einigen Tropfen verschiedener flüßiger Materien,

die theils darauf liegen, theils daran hangen. Auf der obern Fläche liegt nämlich ein Quecksilbertröpfchen A, welches rund erscheint, so lange es klein genug bleibt, und nur dann sich etwas flach ziehet, wann es zu groß wird, wie B vorstellet. Bei C hingegen liegt ein Wassertropfen, der sich allemal ausbreitet und kaum eine merkliche Erhöhung bildet, wenn man ihn auf Glas, nasses Holz, Metall und andere Körper, die nicht fettig sind, fallen läßt. Nur auf den Blättern des Kohls und überhaupt auf solchen Körpern, die eine fettige Oberfläche haben, behalten die Wassertropfen ihre runde Gestallt, und zwar darum, weil das Wasser gegen fettige oder öhlige Materien eben so wenig Attraktion, als Quecksilber gegen Glas, Leder, Papier, oder dergleichen, äußert. An der untern Fläche hängt bei M ein Wassertropfen, bei N ein Tropfen Vitriolöhl, und bei R ein Quecksilbertröpfchen, welche, wie schon der Augenschein lehret, alle dreie, wegen ihrer verschiedenen Attraktion, die sie gegen das Glas äußern, in Ansehung ihrer Größe sowohl, als in Hinsicht auf ihre Gestallt, sehr verschieden sind, und wobei nur noch zu bemerken, daß daß Quecksilbertröpfchen eigentlich noch viel kleiner seyn muß, als es hier abgebildet ist,

wenn

wenn es wirklich am Glase hangen bleiben soll.

Fig. 5 stellt ein flaches Gevässe mit Wasser vor, worauf eine hohle gläserne Kugel A schwimmt, und wegen ihrer Attraktion das Wasser um sich herum ein wenig in die Höhe zieht, mithin einen kleinen Wasserhügel um sich bildet. Bestreuet man aber das Wasser mit Semen Lycopodii, oder sogenanntem Hexenmehl: so bildet sich unter der nämlichen Kugel eine kleine Grube auf dem Wasser, ohngefähr so, wie bei B in der nämlichen fünften Figur, und solches geschiehet bloß darum, weil das Hexenmehl weder gegen Glas noch gegen Wasser eine merkliche Attraktion äußert.

Fig. 6 bedeutet ebenfalls ein Gevässe, welches oben am Rande herum noch vollkommen trocken ist, und aus dieser Ursache so weit mit Wasser angefüllet werden kann, daß es einen flachen Hügel bildet, ohngefähr wie diese Figur selbst zeigt. Es äußern nämlich die Wassertheilchen gegen einander selbst mehr Attraktion, als gegen das Gevässe, oder gegen dessen Rand, und aus dieser Ursache halten sie einander selbst zusammen, so, daß dieser kleine Hügel nicht einfallen oder eben werden kann. Aber

sobald nur einmal ein Tropfen am Rande herab läuft, und ihn also naß macht, sobald läuft nicht nur der ganze Hügel ab, sondern mehr noch, als derselbe beträgt, indem das Wasser nun eher nicht zu laufen aufhört, als bis die grubenförmige Vertiefung fig. 7 wieder hergestellet ist, welche bloß darum entstehet, weil nun der nasse Rand gleichsam das Wasser ein wenig in die Höhe ziehet und über sich heraus leitet.

Neigt man ein volles Wassergeväße ein wenig, wie fig. 8 ohngefähr vorstellet: so muß nothwendig Wasser herausfliessen. Aber es fließt nicht gerade herab, sondern ziehet sich vermöge seiner Attraktion an der Seite des Gefässes schräge bis an seinen untern Rand herunter, von welchem es endlich erst gerade herab fällt. Ein volles Geväße mit Wasser, oder Wein, oder einer andern wäßerigen Sache, muß man also sehr geschwind und viel neigen, wenn das Fluidum nicht am Geväße herab laufen soll, ohngefähr so, wie fig 9. vorstellet. Auf solche Weise entfernt sich nämlich das ausfließende Fluidum plötzlich sehr weit vom Rande des Geväßes, welcher also wegen dieser größern Entfernung mit seiner Attraktion nicht mehr merklich

lich in das ausfließende Fluidum wirken kann.

Quecksilber hingegen läuft aus einem solchen geneigten Gefäße, wenn es nicht aus Geld oder Silber oder Blei, oder anderem Metalle bestehet, allemal ganz gerade heraus, wie an Fig. 10 zu ersehen. Bestehet aber das Gefäße aus Metall, besonders aus Gold, oder Silber, oder Blei oder Zinn: so wird Quecksilber von ihm auch, wie Wasser von irdenen oder gläsernen Gefäßen angezogen, und läuft folglich eben so wie in Fig. 8 schräg an ihnen herab.

Aus diesen Versuchen, fuhr Philalethes fort, erhellet nun wohl hinlänglich, daß die Theilchen der Materien allerdings eine anziehende Kraft besitzen, vermöge welcher sie sich mit einander vereinigen und zusammen hangen, oder auch zwischen einander eindringen, wobei noch vorzüglich zu bemerken, daß die vesten Körper allemal auch mit großer Gewalt aufschwellen, wenn die Theilchen flüßiger Materien vermöge ihrer Attraktion in jener ihre Zwischenräumchen eindringen. Von solchen vesten Körpern, welche Wasser eingesogen haben, und hievon aufgeschwollen sind, sagt man auch im gemeinen Leben: sie sind verquollen.

Aber, setzte Philalethes hinzu, aus eben denselben und noch vielen andern Versuchen erhellet zugleich auch, daß gedachte anziehende Kraft bei verschiedenen Materien sehr verschieden sey, oder daß die Theilchen einiger Materien mehr Attraktion, als die Theilchen anderer Materien gegen einander äußern. Denn obgleich Wasser oder Wein oder Oel zwischen zwei zusammengelegten Glastafeln eben so, wie in den Haarröhrchen, vermöge der gegenseitigen Attraktion in die Höhe steigt, und obschon aus eben der Ursache der Meerschwamm, der Zucker, die lockere Erde, das Holz, das Salz, das Löschpapier, die Wäsche, der Lampendacht, die Stricke, und andere dergleichen Körper mancherlei flüßige Materien einsaugen, und in sich durch ihre Zwischenräumchen in die Höhe ziehen: so ziehen sie doch, wie wir gesehen haben, kein Quecksilber, weil sie gegen dessen Theilchen keine Attraktionskraft besitzen, und weil die Quecksilbertheilchen gegen einander selbst mehr Attraktion, als gegen die Theilchen der nur genannten Materien äußern. Auch kann man Quecksilber in einem ledernen oder leinwandenen, ja sogar in einem flornen Beutel, nicht aber in einem metallenen Geväße aufbewahren, so wie im Gegentheile die wäßrigen und öhligen Materien

rien durch Leder oder Leinwand und Flor sehr leicht, nicht aber durch Metall dringen. Hieraus ist aber aufs neue leicht abzunehmen, daß zwischen den Theilen derjenigen Körper und Materien, welche durch einander hindurch fliessen, allemal eine merkliche Attraktion statt finde, da im Gegentheile bei solchen Materien und Körpern, die sich nicht mit einander vermischen, und nicht in einander eindringen, keine solche Attraktion, wie bei jenen, Statt finden kann.

Wollte man aber zum voraus wissen, zwischen welchen Materien eine starke, und zwischen welchen eine schwache Attraktion sich zeigen werde: so würde man zweifelsohne sehr oft falsch rathen; denn man hat noch keine bestimmte Regeln, nach welchen sich die verschiedene Stärke der Anziehung verschiedener Materien zum voraus beurtheilen läßt. Man muß also hier allemal nur die Versuche und Erfahrungen zu Rathe ziehen, und sich bloß auf diese verlassen. Richtete sich die Stärke der Anziehung zweier Materien etwa nur nach der größern oder geringern Menge ihrer kleinsten Theilchen, das heißt, nach ihrer Dichtigkeit: so müßte freilich eine bestimmte Materie, zum

Beispiele Wasser, von jedem dichtern Körper stärker, von jedem lockern hingegen, schwächer angezogen werden; und auf diese Weise hätte man allerdings eine Regel, nach welcher man im voraus errathen könnte, ob die Anziehung zweier Materien, die man zusammen bringen wollte, stark oder schwach sich zeigen dürfte. Allein obgleich diese Regel oft richtig zutreffen würde: so würde sie dennoch, wie die Erfahrung lehret, nicht allemal zutreffen, folglich nicht allgemein gelten. Wasser, zum Beispiele, wird von Weingeiste viel stärker angezogen, als von Leinöhle: gleichwohl ist jener lange nicht so dicht, wie dieses. Ersteres wird im übrigen nur von salzigen und spirituösen und erdigen Materien, wie auch von Glase und Linnenzeug, oder andern ähnlichen Sachen, sehr stark, von glatten Metallen hingegen, so wie auch von fettigen oder öhligen Materien, imgleichen von den Haaren und Federn der Thiere, u. s. w., fast gar nicht angezogen.

Diese verschiedene Attraktion verschiedener Materien pflegt man eigentlich die **Verwandtschaft** oder Affinität zu nennen. Wenn also ein paar Materien einander stark anziehen: so sagt man von ihnen, sie stehen in einer nähern

Ver-

Verwandtschaft mit einander, als ein paar andere Materien, die einander nur schwach anziehen. Wasser und gemeines Oehl sind folglich nicht merklich mit einander verwandt, wohl aber Wasser und Wein; denn Wein und Wasser vermischen sich mit einander, wenn man sie zusammen gießt, Wasser und Oehl hingegen vermischen sich nicht. Eben so vermischt sich auch flüßiges Zinn mit flüßigem Kupfer: folglich findet zwischen diesen beiden Materien ebenfalls eine Attraktion oder nahe Verwandtschaft Statt. Fliessendes Glas hingegen vermischt sich mit fliessendem Kupfer nicht: folglich ist jenes mit diesem nicht merklich verwandt, und so weiter.

Auch würden sich überhaupt gar keine Materien von verschiedener Dichtigkeit mit einander vermischen, wenn ihre Theilchen keine Attraktion gegen einander äußerten. Man möchte sie so sehr, als man wollte, unter einander rühren, die dichtern würden sich dennoch allemal sehr bald wieder zu Boden setzen, und sich von den lockern trennen, so, wie dieß der Fall beim Oehl und Wasser ist, wo das Oehl allemal sogleich in die Höhe steigt und sich vom Wasser trennt, sobald man das Glas, worin sich beide Materien befinden, nicht mehr schüttelt.

Merk-

Merkwürdig ist es, daß dergleichen Materien, die in einer nahen Verwandtschaft stehen, nach ihrer Vermischung gewöhnlich einen kleinern Raum einnehmen, als vorher. Wenn man zum Beispiele fünf küpferne Kugeln, wovon jede ein Pfund wiegt, und in ein eigenes dazu gemachtes Loch, welches man die Kugellehre nennt, genau paßt, mit einer zinnernen Kugel, die ebenfalls ein Pfund wiegt, zusammenschmelzt, sodann aber das vermischte flüßige Metall wieder in die Kugelform gießt, in welcher vorher die fünf küpfernen Kugeln geformt waren: so bekömmt man nicht sechs Kugeln, sondern nur fünf; aber diese fünfe wiegen dennoch zusammen genommen sechs Pfund, indem sie nun aus fünf Pfund Kupfer und einem Pfunde Zinn bestehen. Mithin kriecht hier die zinnerne Kugel gleichsam in die fünf kupfernen hinein; denn jede der fünf Kugeln, die nun aus dem gemischten Metalle bestehen, ist nicht größer, als vorher eine küpferne ist, woraus leicht abzunehmen, daß die Theilchen des Zinnes bei der Vermischung in die an sich leeren Zwischenräumchen des Kupfers hinnein schlüpfen, und sich darin veste setzen.

Eben darum ist aber auch ein solches gemischtes Metall weit mehr dicht und vest, als

jedes

jedes andere, aus welchem die Mischung bestehet, für sich betrachtet, und eben darum pflegt man auch Glocken und Geschütz aus dergleichen gemischten Metallen zu gießen.

Gießt man ferner eine Flasche Weingeist zu einer eben so großen Flasche Wasser: so erhält man eine Mischung von Weingeist und Wasser, welche nicht völlig zwei solche Flaschen, sondern etwas weniger beträgt, woraus abermals leicht abzunehmen, daß die Theilchen des einen dieser beiden flüßigen Materien sich zum Theil in die leeren Zwischenräumchen der andern begeben.

Auf dieser besondern Attraktion oder Verwandtschaft verschiedener Materien beruhen nun auch diejenigen chemischen Operationen, die die Namen der **Auflösung**, **Niederschlagung**, **Krystallisirung** und **Gerinnung** führen, lateinisch aber **Solution**, **Präcipitation**, **Krystallisation** und **Koagulation** heissen, indem durch diese Operationen die vermischten Materien theils von einander geschieden, theils auf eine andere Weise mit einander verbunden, und unter neuen Eigenschaften, die sie von Natur nie selbst erlangen, dargestellt werden. Aber der Deutlichkeit wegen muß ich Euch schon jede

die-

dieser Operationen noch insbesondere kürzlich beschreiben, und so viel sich's thun läßt, mit Beispielen erläutern.

Nämlich wenn die Attraktion der Theilchen einer flüßigen Materie gegen die Theilchen einer vesten, auf welche man die flüßige gegossen hat, so stark ist, daß dadurch die Theilchen der vesten sich trennen, und in die Zwischenräumchen der flüßigen hinein schlüpfen, folglich unsichtbar werden: so sagt man, die veste Materie werde von der flüßigen aufgelöset, indem die Veränderung selbst, welche solchergestallt hiebei vorgehet, eine Auflösung, das flüßige Wesen hingegen, welches die Auflösung verursacht, ein Auflösungsmittel genannt wird.

Philalethes hatte sich Mößingfeilspähne zur Hand gelegt. Von diesen schüttete er ein wenig in Scheidewasser, da dann in selbigem sofort eine Menge feiner Bläschen von dem Kupfer mit großer Geschwindigkeit in die Höhe stiegen, so, daß das Scheidewasser sogar davon in Wallung und Hitze, wie siedendes Wasser, gerieth. Dabei färbte sich das Scheidewasser grün, blieb aber doch durchsichtig oder klar, indem gedachte Mößingfeilspähne gar bald gänzlich verzehrt und unsichtbar wurden. Nun schüttete

Phi-

Philalethes noch ein wenig von selbigen hinzu. Diese bewirkten abermals einiges Aufbrausen, und färbten den Liquor noch mehr grün, indem sie verzehrt wurden. Solches wiederholte er etlichemal, und allemal geschah das nämliche, wiewohl immer schwächer, bis zuletzt alle Wirkung aufhörte. Nun mochte er noch Mößingspähnchen hinzu thun, so viel er wollte: sie blieben alle ganz ruhig und unverändert auf dem Boden des Gefäßes liegen, daher denn auch weiter kein Geräusche, keine Wallung mehr an dem bereits ganz grüngefärbten Liquor wahrzunehmen war.

Also ist hier, fuhr Philalethes fort, Scheidewasser das Auflösungsmittel, indem das Mößing die aufzulösende Materie, die ganze Veränderung aber, die dabei vorgegangen, die Auflösung heißt. Oft pflegt man jedoch auch das durchsichtige flüßige Wesen, worin die Theilchen einer andern Materie unsichtbar enthalten sind, die Auflösung oder Solution zu nennen, und man begehet also keinen Fehler gegen den Sprachgebrauch, wenn man diesen grünen Liquor, so lange er in dieser Verfassung bleibt, eine Mößingauflösung nennt.

Hie-

Hiebei ist jedoch zu bemerken, daß eine solche Auflösung desto geschwinder von Statten gehet, in je kleinere Stückchen man die vesten Materien, welche aufgelöset werden sollen, getheilet hat, und zwar darum, weil das Auflösungsmittel die vesten Materien auf solche Weise an desto mehr Stellen oder Punkten angreiffen kann.

Ferner ist hiebei zu erwägen, daß eine bestimmte Menge eines Auflösungsmittels auch nur eine gewisse Menge einer andern Materie auflösen oder in sich nehmen kann; denn Ihr habt gesehen, daß das Glas voll Scheidewasser nur eine gewisse Menge von Mößing in seine Zwischenräumchen aufzunehmen im Stande war. Hätte ich aber ein größeres Glas mit mehr Scheidewasser genommen: so hätte ich auch mehr Mößing darin auflösen können.

Auch pflegt man zu sagen, das Auflösungsmittel sey gesättigt, wenn es von einer gewissen andern Materie nichts mehr aufzulösen vermag. Aber deswegen kann es doch oft noch eine dritte Materie in großer Menge auflösen, ohngeachtet es mit einer andern schon gesättigt ist. Wollte ich zum Beispiele etwas Marmor in diese Mößingsolution werfen: so würde aufs neue ein

großes

grosses Geräusche darin entstehen, und es würde sich nun noch Marmor in dieser Solution auflösen; denn die Attraktion zwischen Scheidewasser und Marmor ist weit stärker, als zwischen Scheidewasser und Mößing, und aus dieser Ursache wirkt Scheidewasser allerdings noch auf Marmor, wann es nicht mehr Kraft genug hat, auf Kupfer oder Mößing zu wirken.

Endlich ist noch zu bemerken, daß bei einigen Auflösungen große Kälte, bei andern hingegen große Hitze entstehet. Wenn man Eis in Scheidewasser wirft: so löset sich dasselbe allerdings darin sogleich auf, aber in der Solution entstehet zugleich eine erstaunliche Kälte, da doch im Gegentheile, wie wir eben gesehen haben, starke Hitze darin entstehet, wenn man Kupfer oder Mößing in Scheidewasser wirft.

Im übrigen ist es nicht nothwendig, daß eine von den beiden Materien, die sich vermöge ihrer Attraktion innigst vermischen sollen, flüßig, die andere aber vest sey, sondern sie können oft auch beide flüßig seyn. Und wenn sie nicht an sich schon flüßig sind, so können sie beide entweder mit Wasser oder mit Feuer flüssig gemacht werden.

Will man, zum Beispiele, Weingeist in Wasser auflösen lassen: so geschiehet solches augenblicklich, sobald man die gehörige Menge von dem einen und andern zusammen gießt; und sie sind, wie bekannt, beide flüßig.

Aber fettige Oehle, die doch auch flüßig sind, kann Wasser an sich freilich nicht auflösen, man muß vielmehr dasselbe zuvor mit gewissen Salzen, die den Namen alkalischer Salze führen, und zu welchen die bekannte Potasche gehöret, recht sättigen. Alsdann läßt sich nicht nur fettes Oehl, sondern auch Talg und Harz in diesem Wasser, welches man Lauge nennt, gar bald auflösen, besonders wenn sofort alles zusammen erhitzt oder gesotten wird, und es ist leicht zu erachten, daß diese Auflösung keinesweges von dem Wasser, sondern bloß von den darin enthaltenen alkalischen Salztheilchen bewirkt werde. Seifensieder bringen diese Vermischung oft hervor, indem sie auf solche Weise die Seife bereiten, welche nichts anders, als eine Mischung aus Oehl oder Talg und Laugensalz ist.

Will man, zum Beispiele, Zinn in Kupfer auflösen lassen: so muß man beide Materien, nämlich das Kupfer und Zinn, erst mit

Feuer

Feuer flüßig machen. Alsdann aber kriechen, wie ich Euch schon erzählet habe, eine große Menge Zinntheilchen in die Zwischenräumchen des Kupfers hinnein und vermischen sich aufs genaueste mit ihm, so, daß allerdings auf diese Weise eine bestimmte Menge Zinn von einer bestimmten Menge Kupfer vollkommen aufgelöset wird.

Wenn man ferner aus einer Auflösung einen Theil des Auflösungsmittels entweder durch Erwärmung vertreibt, oder durch die Länge der Zeit von sich selbst verdampfen läßt, von der darin aufgelöseten Materie hingegen nichts mit hinweg nimmt: so kann hernach die noch übrige Menge des Auflösungsmittels nicht mehr die ganze Menge der vorher darin aufgelöseten Materie in seinen Zwischenräumchen behalten, sondern es muß einen Theil derselben fallen lassen, und zwar darum, weil jede bestimmte Menge eines Auflösungsmittels allezeit nur eine bestimmte Menge anderer Materien aufzulösen vermag.

Nun aber haben einige Materien, wohin vorzüglich die Salze gehören, die besondere Eigenschaft an sich, daß ihre Theilchen, wenn sie aus dem Auflösungsmittel auf gedachte Weise niederfallen, vermöge ihrer Attraktion sich wie-

 der

der mit einander verbinden, und allerlei eckige, bald mehr bald minder durchsichtige kleine Körper bilden, welche den Namen der Krystallen führen, indem das ganze Geschäft, welches die Natur hiebei betreibt, Krystallisation genannt wird. Auf diese Art pflegt man zum Beyspiele den Zuckerkant zu bereiten, als welcher ebenfalls zu der Klasse der Salze gezählet wird. Man läßt nämlich zuerst so viel groben Zucker in Wasser auflösen, als dasselbe aufzulösen oder in sich zu nehmen vermag. Hernach läßt man die Auflösung in einem flachen Kessel über gelindem Feuer so lange abdampfen, bis ein dünnes Häutchen auf deren Oberfläche erscheint. Endlich spannt man Fäden in diese Auflösung aus, und setzt sie an einen kühlen Ort, wo sich dann der Zucker sofort an die Fäden in Krystallgestallt ansezt. Mit andern Salzen kann man auf eine ähnliche Art verfahren, um sie in Gestallt solcher Krystallen darzustellen, nur daß jede Gattung von Salz eine eigene krystallinische Form annimmt, indem die Krystallen der einen Gattung zum Beyspiele allezeit würfelförmig ausfallen, da eine andere Gattung sich bloß in Form sechseckiger Säulen, oder in Gestallt kleiner Nadeln, und so weiter, darstellet.

Unter der **Präcipitation** oder **Niederschlagung** verstehet man diejenige Naturwirkung, vermöge welcher eine aufgelösete Materie ihr Auflösungsmittel trübe macht, und sich darin sichtbarlich zu Boden sezt. Auch pflegt man deshalb einen solchen Bodensatz schlechthin einen **Präcipitat** oder **Niederschlag** zu nennen, wenn er nicht in Krystallgestallt oder in einer andern besondern körperlichen Form erscheint. Man bringt ihn aber allemal zum Vorschein, so oft man zu einer Auflösung noch eine neue Materie sezt, gegen deren Theilchen das Auflösungsmittel mehr Attraktion äußert, als gegen die Theilchen derjenigen Materie, die schon aufgelöset darin enthalten ist. Alsdann verbindet sich nämlich das Auflösungsmittel lieber mit gedachter neuen Materie, welche man hinzu sezt, und läßt jene, die sie schon aufgelöset hat, wieder fallen, mithin aufs neue sichtbar werden.

**Königswasser**, zum Beispiel, ist ein durchsichtiger überaus ätzender Liquor, welcher aus Kochsalzgeiste und gemeinem Scheidewasser bestehet. Wirft man in diesen Liquor gefeiltes Kupfer: so löset er, wie gesagt, eine bestimmte Menge desselben auf, und färbt sich davon ganz

 blau,

blau, bleibt aber dabei doch durchsichtig und klar. Nun kann dieser mit Kupfer gesättigte Liquor zwar weiter kein Kupfer auflösen. Aber wenn man geraspeltes Zinn hinzuschüttet: so löser er auch von diesem eine bestimmte Menge auf, indem er dabei zugleich das aufgelösete Kupfer in Gestallt einer blauen Erde, die man Kupferkalch nennet, zu Boden sinken läßt, folglich einen Niederschlag bildet. Wirft man hernach Gold in diese Zinnsolution: so setzt sich auch das aufgelösete Zinn in Gestallt einer feinen Erde zu Boden, und zwar darum, weil sich nun von dem hinzugesetzten Golde eine bestimmte Menge mit gedachtem Liquor vermischt, oder von ihm aufgelöset wird. Will man endlich auch das aufgelösete Gold wieder niederschlagen: so darf man diese Auflösung nur mit Laugensalze sättigen. Also erfolgen alle diese Niederschläge bloß darum, weil das Königswasser mehr Attraktion gegen Zinn, als gegen Kupfer, mehr gegen Gold, als gegen Zinn und mehr gegen Laugensalz, als gegen Gold äußert.

Eben diese Bewandtniß hat es auch mit der sogenannten Schwefelleber, welche entstehet, wenn man Schwefel und Potasche zusammenschmelzt.

schmelzt. Nämlich sie, die Schwefelleber, ist nicht nur mit allen Metallen und Säuren, sondern auch mit Wasser verwandt. Man kann also, zum Beispiele, Gold damit auflösen, und Wasser hinzu gießen, da es dann scheint, als ob das Gold bloß in Wasser aufgelöset wäre, indem man es nun trinken kann, wie die Israeliten in der Wüsten das goldene Kalb, welches Getränke ehemals für ein Wunderwerk gehalten ward. Gegen die Säuren hingegen äußert sie mehr Attraktion als gegen die Metalle, daher man auch dieselben aus ihr wieder niederschlagen kann, wenn man der Solution sauere Sachen zusetzt.

Auf gleiche Weise ist auch sauerer Wein mit einigen Metallen, besonders mit Blei und Eisen verwandt, so, daß diese sich darin auflösen. Jedoch ist seine Verwandtschaft oder Attraktion gegen diese Metalle lange nicht so wirksam, als gegen die Schwefelleber, daher denn auch das in saurem Weine aufgelösete Blei und Eisen sogleich zu Boden fällt und einen schwarzen Niederschlag bildet, wenn man ein wenig Schwefelleber in ein Glas voll solchen Weines wirft. Man bedient sich also dieses Mittels die mit Bleie süßgemachten sauren Weine zu

probiren, weil diese die Menschen langsam tödten, wenn sie davon trinken. Man kann nämlich sodann den schwarzen Niederschlag anderweit untersuchen, und sehen, ob er von Blei, oder Eisen herrühret, welches letztere nicht nur nicht ungesund, sondern gesund ist; denn die Niederschläge, die von Metallen herrühren, lassen sich alle in ihrer ersten metallischen Gestallt wieder herstellen, wenn man sie mit Kohlen versetzt, und in ein Schmelzfeuer bringt.

Gewöhnlich wird also ein solcher Niederschlag, wie aus angeführten Beispielen erhellet, als eine unförmliche lockere feine Erde auf dem Boden des Gevässes, worin die Operation vollbracht wird, sichtbar. Aber zuweilen zeigt sich derselbe dennoch auch als ein flüssiges Wesen, und solches geschiehet hauptsächlich in denjenigen Fällen, wo die Materien, die einander auflösen und präcipitiren sollen, vorher durch große Hitze erst geschmolzen werden müssen.

Oefters trägt sich's zu, daß die Theilchen eines Niederschlags einander selbst regelmäßig anziehen, und aufs neue einen vesten Körper von einer gewissen Form bilden. Wo nun dieses geschiehet, da sagt man, der Niederschlag coagulire sich, oder er gerinne, indem diese

Natur-

Naturwirkung den Namen der Gerinnung oder der Coagulation führet. Wenn man zum Beispiele zwei Loth vom feinsten Silber in einer hinreichenden Menge starken und reinen Salpetergeistes auflösen läßt, hernach zu dieser Silberauflösung etwa ein halbes Pfund reines Wasser gießt, und sofort vier Loth lebendiges Quecksilber hinzu thut: so setzt sich das aufgelösete Silber nach etwa vierzehn Tagen in Gestallt eines glänzenden Silberbäumchens an das auf dem Grunde des gläsernen Geväßes noch sichtbare Quecksilber vest, und an diesem Silberbäumchen, welches den Namen des Dianen- oder auch des philosophischen Baums führet, nimmt man gleichsam ordentliche kleine silberne Aeste und Blätter oder Früchte wahr. Es bestehet aber dasselbe bloß aus geronnenem Silber. Salpetergeist äußert nämlich gegen Quecksilber mehr Attraktion oder Affinität, als gegen Silber. Daher löset gedachte Silbersolution einen Theil des hinnein geworfenen Quecksilbers auf, und läßt zugleich das bereits aufgelösetei Silber zu Boden fallen. Auf dem Boden liegt aber noch unaufgelösetes Quecksilber, weil man mehr hinnein geschüttet hat, als der Salpetergeist auflösen kann; und Quecksilber stehet mit Silber ebenfalls in genauer Ver-

wandtschaft, indem beide einander stark anziehen: mithin ziehet gedachtes Quecksilber die niedersinkenden Silbertheilchen an, jedoch an einigen Stellen stärker, an andern schwächer; und auf diese Weise geschiehet es, daß die Silbertheilchen sich auf dem Quecksilber in einer solchen sonderbaren Form wieder vereinigen, das heißt, ein Coagulum oder eine Gerinnung bilden.

Daß nun, fuhr Philalethes fort, auf diesen verschiedenen Operationen, nämlich auf der Solution, die, wie gesagt, oft auch durch Feuer bewirkt wird, und nicht selten in einer gänzlichen Zerstörung der Körper bestehet, ferner auf der Präcipitation, Krystallisation und Coagulation, alle Verbindungen und alle Scheidungen der verschiedenen Materien, folglich alle chemische Arbeiten wirklich beruhen, das könnt Ihr mir auf mein Wort glauben. Wegen des erstaunlich weiten Umfanges der sogenannten Scheidekunst oder Chemie, kann ich aber Euch solches in unsern Stunden nicht gehörig beweisen; denn da ich würde mehr, als ein Jahr brauchen, wenn ich Euch nur die vornehmsten und wichtigsten chemischen Arbeiten beschreiben wollte, und eben darum habe ich

Euch

Euch nur die ersten Gründe von diesem Theil der Naturwissenschaft historisch bekannt machen können.

Wenn nun aber, sezte Philalethes hinzu, auf gedachten vier Hauptoperationen alle Scheidungen und alle Verbindungen der verschiedenen Materien beruhen, gedachte vier Operationen aber sich ganz allein auf die verschiedene Attraktionskräfte der Materientheilchen sich gründen: so muß ferner folgen, daß jede Scheidung der Materien und jede Verbindung derselben, folglich auch jeder Ursprung und jeder Untergang der unorganisirten Körper, insofern sie in der Welt entstehen und vergehen, den Grund in der verschiedenen Attraktion der Materientheilchen habe, ja sogar die verschiedenen Eigenschaften der Materien scheinen selbst großentheils nur auf der verschiedenen bald stärkern bald geringern anziehenden Kraft ihrer Theilchen zu beruhen.

Und hiemit ließ Philalethes für dießmal seine jungen Freunde von sich.

---

Achte

# Achte Unterhaltung.

## Ursprung der vornehmsten Eigenschaften der Materien.

Am folgenden Tage fuhr Philalethes in seinem Unterrichte auf nachstehende Weise wieder fort.

Ihr habt bisher gehöret und wahrgenommen, daß nicht nur alle Himmelskörper, sondern auch die Körper der Erde, ja sogar die kleinsten Theilchen der irdischen Materien, hauptsächlich von zweierlei Kräften bewegt werden. Auch wisset Ihr schon, daß die eine dieser beiden Kräfte den Namen der Attraktion oder Centripetalkraft führet, indem die andere schlechthin die Centrifugalkraft heißt. Und eben so wird Euch noch bekannt seyn, daß die Körper selbst sowohl als die kleinsten Theilchen derselben, vermöge der Centripetalkraft sich einander nähern und vereinigen, vermöge der Centrifugalkraft hingegen, sich trennen und von einander entfernen. Denn daß diese beiden Kräfte nur dann eine wirbelförmige Bewegung hervor bringen, wann sie beide in ein paar Körper oder in ein paar Materialtheilchen zugleich wirken, da-

von habe ich Euch neulich schon hinlänglich unterrichtet.

Als Ihr mich aber einst fragtet, auf welchen Gründen die verschiedenen Haupteigenschaften der Materien beruheten, oder aus welchen Ursachen einige derselben dicht, andere locker, einige vest, andere flüßig, einige schlaff, andere gespannt, und so weiter, wären: da konnte ich Euch freilich noch gar keinen scheinbaren Grund hievon angeben. Nun aber, da wir uns nicht nur die merkwürdigsten Gesetze der Bewegung der Körper, sondern auch die Ursachen solcher Bewegung, oder die sogenannten Kräfte, einigermaßen bekannt gemacht haben: nun, sag ich, ist es leichter, Euch meine Meinung hierüber zu eröffnen. Was ich Euch aber davon sagen werde, ist keinesweges Gewißheit, sondern nur Vermuthung, nur eine, wie mich deuchtet, wahrscheinliche Meinung; denn mit Gewißheit läßt sich gar nichts davon sagen.

Ohnlängst habe ich nämlich Euch schon gezeigt, warum die kleinsten Materientheilchen, welche sich von keiner Macht weiter zerstückeln oder zertheilen lassen, zweifelsohne zwar alle kugelrund, aber doch von verschiedener Größe, und mit verschiedenen Kräften begabet sind. Nun behaupte

haupte ich diesen Satz auch jetzt noch, und wenn er wirklich gegründet ist: so wird folgen, daß die verschiedenen Eigenschaften der Materien bloß auf der verschiedenen Mischung der gedachten kleinsten Theilchen, und auf der verschiedenen Stärke der beiden Kräfte, von welchen sie bewegt werden, beruhen können. Denn eine Materie, deren kleinste Theilchen meistentheils von der gröbern Sorte sind, muß ohnstreitig sich unsern Sinnen anders darstellen, folglich andere Eigenschaften zeigen, als eine Materie, welche meistentheils aus Theilchen von der feinsten Sorte bestehet. Und eine Materie, deren kleinste Theilchen alle bloß von der Attraktion gegen einander getrieben werden, muß unsern Sinnesorganen sich ebenfalls unter ganz andern Eigenschaften darstellen, als eine Materie, deren kleinste Theilchen nur allein von der Centrifugelkraft getrieben, das heißt, von einander entfernt werden, so, wie endlich auch eine Materie, deren kleinste Theilchen von gedachten beiden Kräften zugleich gespannt sind, ganz andere Eigenschaften zeigen muß, als diejenige, deren Theilchen von der einen oder der andern dieser beiden Kräfte allein abhangen.

Auch habe ich oft schon dargethan, daß nicht nur ein Himmelskörper um einen andern,

son-

sondern überhaupt ein jeder Gegenstand um einen andern, herum wirbelt, wenn in beide die Centripetal- und Centrifugalkraft zugleich wirkt. Mithin werden sich auch die kleinsten Theilchen der Materien eben so, wie die Himmelskörper, in Wirbeln um einander bewegen, wenn sie nicht bloß von der einen dieser beiden Kräfte, sondern von beiden zugleich getrieben werden. Daß aber die Theilchen vieler Materien in der That in solchen Wirbeln um einander zu schwingen sich bemühen, und wirklich so um einander herum wirbeln, wenn sie nichts daran hindert, solches ist nicht nur, wie ich sonst schon bemerkt, aus den Beobachtungen über den Wasserdampf einigermaßen klar, sondern scheint auch aus der bewundernswürdigen Uebereinstimmung der Wirkungen, die man in der Natur im Kleinen wie im Großen wahrnimmt, sehr deutlich zu erhellen. Was könnte denn auch den Verstand des Menschen abhalten, einen Wassertropfen mit einer ganzen Welt zu vergleichen, und eben die Kräfte darin zu bewundern, die er in jener findet und ausmißt. Vielleicht befinden sich sogar in einem Wassertropfen unzählig viel belebte Wesen, welchen der Wassertropfen eben so groß und aus eben so verschiedenen andern Körpern zusammen gesetzt zu seyn

scheint,

scheint, wie uns Menschen das ganze Sternenheer zusammen genommen. Wenigstens läßt sich eine solche Vermuthung nicht mit Gewißheit widerlegen. Indessen kann gedachte wirbelförmige Bewegung der Materientheilchen wahrscheinlich doch nur bei flüßigen Materien eigentlich Statt haben; denn bei den vesten berühren zweifelsohne viele ihrer kleinsten Theilchen einander unmittelbar, das heißt, sie halten vermöge der Attraktion einander vest, und können sich folglich nicht alle um einander wirbelnd bewegen.

Doch ich will Euch, der Deutlichkeit wegen, izt nur noch durch einige bildliche Vorstellungen begreiflich zu machen suchen, wie sich die verschiedenen Haupteigenschaften der Materien aus den oft gedachten beiden Naturkräften und aus der verschiedenen Grösse der kleinsten Theichen ohgefähr erklären lassen.

Tab. IV, Fig. 1 mag also einen Tropfen irgend eines flüßigen Wesens vorstellen. Die weißen Tüpfchen mögen die kleinsten Theilchen von der gröbern Sorte bedeuten, um welche sich die kleinsten Theilchen der feinern Sorte in Wirbeln, die hier in Gestalt mattweißer Ringe vorgestellet sind, herum bewegen, welches, wie schon

gesagt,

gesagt, vermöge der Attraktion und Centrifugalkraft geschiehet.

Ist nun die Centrifugalkraft in Ansehung der Attraktion sehr schwach: so sind auch die Wirbel sehr klein, in welchen sich die kleinsten Theilchen der feinern Sorte um die kleinsten Theilchen der gröbern Sorte bewegen, da im Gegentheile diese Wirbel einen desto größern Umfang gewinnen, je mehr die Centrifugalkraft wächst, woraus denn leicht abzunehmen, daß dieselben zulezt alle Grenzen überschreiten müssen, wenn die Centrifugalkraft ohne Grenzen größer als die Attraktion wird.

Tab. IV, Fig. 2 mag daher einen Tropfen eines flüßigen Wesens von eben der Art wie Fig. 1 vorstellen, und eben dieser Tropfen mag eben so viel kleinste Theilchen, als Fig. 1 enthalten, aber in Fig. 2 soll nur die Centrifugalkraft stärker seyn, als in Fig. 1, indem die Attraktion in beiden Tropfen gleich groß ist: so erhellet sogleich, daß Fig. 1 von einer dichtern Art sey, als Fig. 2; denn in jenem Tropfen stecken eben so viele kleinste Theilchen, als in diesem, und beide sind in nichts weiter verschieden, als daß die gedachten Wirbel in der zweiten Figur größer, in

der ersten hingegen kleiner sind, oder daß eine bestimmte Menge der kleinsten Theilchen in Fig. 2 einen größern Raum, als in Fig. 1 einnimmt, ich sage, daß dieselben sich dort minder dicht, als hier aneinander schmiegen.

So lange sich nun alle kleinste Theilchen in angeführter Ordnung und Bewegung befinden, so lange ist eine solche Materie flüßig, und jeder Tropfen derselben muß, wenn sonst keine fremde Kraft auf ihn wirkt, eine ziemlich kugelrunde Gestallt annehmen, weil Centrifugalkraft und Attraktion der kleinsten Theilchen in allen Stellen eines jeden solchen sich selbst überlassenen Tropfens nach allen Gegenden hin gleich stark wirkt.

Wo aber ein solcher Tropfen nicht ganz frei schwebt, oder nicht von andern Körpern weit genug entfernt ist, sondern sich ihnen sehr nähert oder auch wohl gar mit ihnen verbindet: da ziehet er sich allerdings in die Länge, indem sodann seine ordentliche runde Form nicht selten gänzlich verlohren gehet, wie wir in den vorhergehenden Betrachtungen wirklich oft bemerkt haben. Ja um diese Veränderung der Form eines Tropfens zu bewirken, ist nicht einmal nöthig, daß der Tropfen sich an einem fremden

Körper anhänge: sondern solches geschiehet auch schon, wenn er sich bloß einem andern Tropfen hinlänglich nähert, wie zum Beispiele die Bilder Tab. IV, Fig. 3 und 4, welche ein paar solche Tropfen bedeuten mögen. Denn da die Attraktion in kleinen Entfernungen viel stärker wirkt, als in großen: so werden die Theilchen in A und B, welche einander nahe liegen, stärker gegen einander hin gezogen, als die Theilchen in D und C, welche weiter von einander abstehen. Mithin müssen diese beiden Tropfen ihre runde Figur allerdings verlieren, und sich gegen einander ausdehnen, ohngefähr so, wie diese Bilder vorstellen, wobei nur noch zu merken, daß beide Tropfen zulezt gänzlich zusammenfließen und nur einen einzigen größern Tropfen bilden, sobald sie in A und B einander vollkommen berühren.

Vorhin ist gezeigt worden, daß jede flüßige Materie desto lockerer werde, je mehr Umfang die Wirbel gewinnen, in welchen sich die kleinsten Theilchen der feinern Sorte um die Theilchen der gröbern Sorte bewegen; und künftig werden wir sehen, daß eine und eben dieselbe Materie ebenfalls desto lockerer werde, je

mehr sie erwärmt oder erhizt wird. Hieraus aber scheint zu folgen, daß die verschiedenen Grade der Wärme und Hitze selbst weiter in nichts, als in der bald sanften bald heftigen wirbelförmigen Bewegung der kleinsten Theilchen der Materien bestehe, so verschieden im übrigen die Materien in Ansehung ihrer andern Eigenschaften auch seyn mögen.

Sonnenstralen und andere Kräfte, welche auf das Innere der Materie wirken, und ihre kleinsten Theilchen auseinander treiben, folglich deren Centripetalkraft verstärken, können daher oft eine außerordentlich heftige wirbelförmige Bewegung in den Materien hervorbringen, mithin sie unglaublich weit ausdehnen, ja sogar die Theilchen derselben gänzlich von einander absondern und zerstreuen, wie man bei allen brennenden Materien sowohl, als beim siedenden Wasser, und an einigen schmelzenden Metallen deutlich genug wahrnimt, indem da die feinern Theilchen solcher stark erhizten oder brennenden Materien bekanntlich alle davon fliegen, und sich durch die Luft zertheilen.

Sobald aber die Wärme, oder eine andere solche Kraft aufhört, auf das Innere dieser Materien zu wirken, dann vermindert sich gedachte

dachte Bewegung der Theilchen, so, daß die beschriebenen Wirbel immer kleiner und kleiner werden, bis dieselben endlich gar verschwinden; denn in diesem Falle wirkt nur die Attraktion noch allein; die Theilchen der feinern Sorten ziehen sich näher gegen die Theilchen der gröbern Sorten hin, und hängen sich an diese an, das heißt, beide Sorten bevestigen sich aneinander; und auf solche Weise entstehen aus flüssigen Materien veste, indem sie sich dabei, wie leicht zu erachten, nicht nur in einen kleinern Raum zusammenziehen, sondern zugleich auch ihre Hitze verlieren oder erkalten, weil die Kälte, wie aus dem Vorhergehenden erhellet, nichts weiter, als die gedämpfte Wirbelbewegung der kleinsten Materientheilchen zu seyn scheint, folglich bloß in der Abwesenheit der Wärme bestehet.

Ihr dürft jedoch nicht wähnen, daß nothwendig alle Theilchen einer Materie ruhig werden und sich vest aneinander hängen müssen, wenn diese ihre Flüßigkeit verlieren oder vest werden soll. Nein, es ist schon genug, daß bloß eine beträchtliche Menge derselben in Ruhe gerathe. Denn es giebt gewiß keinen Körper in der Welt, worinne nicht stets eine große Menge seiner Theilchen in Bewegung begriffen

wäre, und zwischen jenen ruhenden kann ja auch immer noch eine große Menge anderer Theilchen enthalten seyn, welche um einander herum wirbeln, ohne darum den ganzen Materienklumpen als ein flüßiges Wesen darzustellen. So viel scheint indessen doch gewiß zu seyn, daß jede Materie desto vester werde, je kälter sie wird, oder je geringer die Menge der Theilchen ist, welche sich in ihr auf gedachte wirbelförmige Art um einander bewegen, und je enger diese Wirbel selbst sich zusammenziehen.

Aus dem allen erhellet nun zur Genüge, daß beinah alle flüßige Materien, die wir kennen, sich in einen engern Raum zusammenziehen, oder an Dichtigkeit zunehmen, und ihre Flüßigkeit verlieren, wann sie kalt genug werden, wie ich Euch künftig noch ausführlicher zeigen will. Denn die Kälte bestehet in der verminderten Centrifugalkraft der kleinsten Materientheilchen, in welche mithin die Attraktion sodann desto stärker wirkt, sie zusammenziehet, und zuweilen aneinander bevestiget. Wasser, flüßiges Eisen und einige andere flüßige Materien, welche zugleich spröde sind, nachdem sie vest geworden, scheinen zwar in dem Augenblicke, da sie aus dem flüßigen Zustande in den vesten übergehen, sich merklich auszudeh-

dehnen, und wieder einen größern Raum zu erfüllen, als kurz vorher, ehe sie gerinnen. Allein diese Ausdehnung ist nur scheinbar, und kömmt bloß daher, daß in solchen spröden Materien während ihrer Gerinnung sehr viele kleine Ritzen entstehen, die wegen ihrer großen Menge einen merklichen Raum einnehmen, welchen man aber zu dem Raume, der diesen Materien selbst zugehört, nicht rechnen darf, und zwar darum nicht, weil gedachte Ritzen sämtlich nicht mit Materientheilchen erfüllet, sondern leer sind. Wenn daher Wasser die Gefäße, worin es gefrieret, oder flüßiges Eisen die Modelle, worin es gerinnt, wirklich oft auseinander treibt und zersprengt: so geschiehet solches bloß deswegen, weil überhaupt alle Materien, wenn sich ihre Theilchen plötzlich sehr zusammenziehen, gleichsam zerschrocken, das heißt, auf einmal viele leere Ritzen bekommen, so, daß nun die plötzliche Ausdehnung derselben blos diesen schnell entstehenden Ritzen zuzuschreiben ist, wie dieß alles einige bildliche Vorstellungen deutlicher machen werden.

Wenn sich die wirbelförmige Bewegung der Theilchen eines Körpers, zum Beispiele eines Tropfens flüßigen Glases, allmählig

und recht gleichförmig so lange vermindert, bis dieselben gänzlich zur Ruhe gelangen und einander berühren: so müssen sie sich dergestallt regelmäßig zusammen ordnen, daß die kleinern in die leeren Räumchen, die zwischen den größern übrig bleiben, zu liegen kommen, ohngefähr so, wie Tab. IV, Fig. 5 vorstellet; und alsdann wird ein solcher Körper nicht nur außerordentlich dicht, sondern auch erstaunlich vest werden. Leere Räumchen bleiben zwar auch in diesem Falle allezeit noch übrig, und zwar darum, weil wir annehmen, daß die kleinsten Theilchen der Materien alle kugelrund sind, und weil es platterdings unmöglich ist, einen Raum mit lauter kugelförmigen Körperchen oder Theilchen vollkommen anzufüllen. Allein diese leeren Räumchen sind wegen ihrer ganz undenklichen Feinheit fast für gar nichts zu achten, und man kann daher mit Grunde der Wahrheit gar wohl behaupten, daß ein Körper, dessen kleinste Theilchen alle so genau, wie angeführte fünfte Figur zeigt, zusammen hangen, nicht nur die allergrößte Dichtigkeit, sondern auch die allergrößte Vestigkeit besitze, die nur immer möglich ist.

Mit-

Mithin muß im Gegentheil ein Körper nicht nur desto weniger Dichtigkeit, sondern auch desto weniger Vestigkeit erhalten, je weniger Atomen in ihm zur völligen Ruhe gelangen, und je unordentlicher die Lage derjenigen ist, welche wirklich in Ruhe gekommen sind, oder je unordentlicher sie einander berühren. Einen solchen minder dichten und minder vesten Materienklumpen mag Tab. IV, Fig. 6 vorstellen, wo die ruhenden Theilchen, die hier ganz weiß gelassen sind, einander in einer ziemlich unordentlichen Lage berühren, und wo in den größern Zwischenräumchen zugleich viele andere, die hier ein wenig schattiret sind, noch um einander herumwirbeln.

Wenn ferner die äußersten Theilchen einer flüßigen Materie sich schneller zusammen ziehen und eher zur Ruhe gelangen, als die innern: so können sich die äußern gar nicht regelmäßig, sondern bloß parthienweise vereinigen, und müssen folglich zwischen diesen Parthien beträchtliche Ritzen oder Lücken bilden. Die innere Masse giebt nämlich in diesem Falle nicht so viel nach, daß die äußere, ohne hin und wieder leere Lücken zu bilden, sich in einen kleinern Raum zusammen ziehen kann, indem wir annehmen,

daß die Theilchen der innern Masse Tab. IV, Fig. 7, sich noch wirbelförmig um einander bewegen, folglich einen größern Raum brauchen, als eine gleiche Menge Theilchen der äußern Masse, welche bereits in Ruhe gerathen sind. Nach und nach verlieren aber auch die Theilchen der innern Masse ihre Bewegung, und vereinigen sich ebenfalls grupenweise, da sie dann zulezt allenthalben unordentlich, etwa wie in der sechsten Figur dieser Tafel, zusammen hangen, wo sie augenscheinlich einen kleinern Raum einnehmen würden, als in der siebenten Figur, wenn während ihrer Vereinigung keine leeren Räume, die hier in Gestalt unordentlicher schwarzer Lücken vorgestellet sind, zwischen ihnen entständen.

Diese unordentlichen Lücken sind in einigen Materien sehr groß, und müssen von jenen kleinen zwickelförmigen Räumchen Fig. 5, welche wegen der kugelrunden Figur der Atomen auch in den allerdichtesten Körpern nothwendig zugegen sind, sorgfältig unterschieden werden. Denn diese leztern sind von allen fremden Materien gänzlich leer, und können von keinem menschlichen Auge gesehen werden, wenn man sich auch der besten Vergrößerungsgläser dazu bedie-

bedienen wollte, da im Gegentheile die viel größern Lücken, von welchen hier die Rede ist, zuweilen sogar dem bloßen Auge sichtbar sind, wie zum Beispiele im Brode, im Meerschwamm, oder andern dergleichen Sachen, so, wie man sie in vielen andern Materien, in welchen das bloße Auge nichts von ihnen wahrnimt, zuweilen mit Vergrößerungsgläsern entdecken kann.

Auch sind es eigentlich nur diese größern Höhlen, die man Poros zu nennen pflegt, und in welchen sich fast allezeit fremde Materien befinden, welche von außen hinein dringen, folglich zu den Körpern, worin man sie findet, nicht wesentlich gehören, wie zum Beispiele die Luft- und Wassertheilchen, welche man aus vielen feuchten Körpern häufig absondern kann.

Aber je kleiner diese Pori sind, je regulärer ihre Gestalt ist, und je ordentlicher, oder je gleichförmiger sie in einem Körper neben einander liegen: desto dehnbarer oder desto zäher wird auch ein solcher Körper seyn. Denn eine hinlängliche Gewalt kann zwar die Theilchen des Körpers Fig. 5 in eine andere Lage Fig. 8 verschieben, aber wegen der wechselseitigen anziehenden Kraft werden diese Theilchen

chen sich dennoch nicht von einander entfernen, das heißt, ein solcher Körper wird deshalb dennoch nicht zerreißen, oder zerbrechen, man müßte denn eine Gewalt anwenden, die größer wäre, als die Kraft, womit gedachte Theilchen einander selbst anziehen. Folglich ist ein solcher Körper allerdings dehnbar oder zähe, weil jedem Körper, welcher nicht leicht zerreißt oder zerbricht, wenn man ihn drückend oder dehnend in eine andere Gestalt umformt, gedachte Eigenschaft zuerkannt wird.

Aber je unordentlicher die Lage der Theilchen einer Materie ist, und je irregulärer die Pori derselben sind, oder je ungleichförmiger selbige in ihr vertheilt liegen: desto spröder wird auch dieselbe seyn. Denn so lehrt zum Beispiele bei Tab. IV, Fig. 7 sogleich der Augenschein, daß die Lage der Theilchen und ihre Berührung sehr irregulär ist, woraus denn leicht abzunehmen, daß ein solcher Körper sehr leicht zerbrechen würde, wenn man ihn stark drücken oder dehnen wollte, und zwar darum, weil da die wechselseitige Attraktion seiner Theilchen, wegen ihrer unordentlichen Lage, nicht allenthalben von gleicher Stärke ist, sondern an einigen Stellen ungemein schwach wirkt.

Unter

Unter den spröden Körpern sind vorzüglich die sogenannten Glasthränen, Tab. IV, Fig. 8, und bononischen Springkölbchen, Tab. IV, Fig. 9, berühmt, weil man an beiden ganz besondere Phänomene wahrnimt, die sich kaum erklären lassen.

Die Glasthränen entstehen, wenn man flüßiges Glas in kaltes Wasser tropfen läßt. Nämlich im Herabfallen dehnt sich ein jeder Tropfen länglich, und ziehet einen dünnen Schwanz, fast in Gestallt eines Fadens, nach sich, weil das flüßige Glas noch sehr heiß, folglich noch dehnbar ist. Aber beim Herabfallen in kaltes Wasser erkaltet seine Masse wenigstens außen an ihrer Oberfläche herum plötzlich, das heißt, die kleinsten Theilchen derselben ziehen sich sehr schnell zusammen, indem sie ihre Wärme, oder ihre wirbelförmige Bewegung um einander, plötzlich verlieren und sich unordentlich vereinigen, folglich zu einer sehr spröden Masse verhärten. Wenn sich ihre Bewegung allmählig verminderte: so würden sie sich weit ordentlicher zusammenfügen, und mithin eine ziemlich reguläre Lage gegen einander annehmen, ich sage, sie würden eine Masse bilden, die wenigstens in einem geringen Grade

zäh wäre, wie denn auch das gewöhnliche Glas in der That merklich zäh ist, welches daraus erhellet, daß man es beträchtlich biegen kann, ohne es zu zerbrechen. Denn auf den Glashütten läßt man das geformte Glas, welches man zum ordinären Gebrauch bestimmt, indem es noch weich ist, gewöhnlich erst in dem sogenannten Kühlofen abkühlen, ehe man es an die kühle Luft bringt, wiewohl dieser Ofen eigentlich keinesweges kühl, sondern nur etwas weniger heiß ist, als das weiche Glas selbst, weil diese geringere Hitze schon hinreicht, ihm nach und nach seine Flüßigkeit und Weichheit zu benehmen.

Beinah auf eben die Weise, wie die Glasthränen, werden auch die bononischen Springkölbchen bereitet, nur daß dieselben viel größer, als die Glasthränen, und nicht gänzlich solid, sondern hohl sind. Auch läßt man sie nicht in kaltem Wasser, sondern bloß in der freien kühlen Luft abkühlen oder hart werden. Aber diese jählinge Abkühlung ist, wie schon gesagt, allerdings auch hinreichend genug, die kleinsten Theilchen des weichen Glases unordentlich aneinander zu drängen, und selbiges ungemein spröde zu machen.

Ein

Ein solches Kölbchen kann man nun ziemlich derb mit einem Hammer schlagen, ohne es zu zerbrechen. Aber ein Sandkörnchen, welches rauh und scharf ist, zersprengt es augenblicklich in Stücken, wenn man dasselbe sanft hinein fallen läßt. Andere harte Körper hingegen, die man hinein wirft, zersprengen es nicht, wenn sie auch weit größer als ein Sandkörnchen sind.

Auf gleiche Weise zerspringt auch eine Glasthräne nicht, wenn man mit einem Hammer ziemlich derb mitten darauf schlägt, oder auch wohl gar ein Stück davon abschleift. Aber sobald man die Spitze ihres Schwanzes abbricht, dann zerspringt sie augenblicklich, und verwandelt sich gleichsam in Staub, welcher, wenn man das dicke Ende derselben nicht in der hohlen Hand eingeschlossen hält, so weit umher fliegt, daß man oft nicht weiß, wohin er gestoben ist.

Wir wollen nun sehen, ob sich diese sonderbaren Phänomene, welche die höchsten Grade der Sprödigkeit zeigen, auch aus der besondern Lage und Verbindung der Glastheilchen einigermaßen erklären lassen.

Und da weiß man, daß jede weiche Glasmasse sich in ungemein feine Fäden ziehet, wenn sie ausgedehnt wird. Folglich kann man annehmen, daß die Theilchen der Glasthräne, imgleichen die Theilchen des bononischen Springkölbchens, hauptsächlich nur der Länge nach aneinander hangen, und lauter feine Fäden bilden. Denn die Glasthräne dehnt sich vermöge ihres Gewichts in die Länge aus, indem sie von dem Löffel, womit man das flüßige Glas aus dem Topfe geschöpft hat, in das kalte Wasser herab tropft, so, wie sich das bononische Kölbchen wegen des daran hangenden Glastropfens beim Einblasen der Luft länglich dehnt. Mithin bestehen beide Körper gleichsam aus lauter Glasfäden, welche der Länge nach neben einander liegen, und wegen der plötzlichen Erkältung ungemein straff gespannt sind. Besonders aber müssen diejenigen von ihnen sehr straff gespannt seyn, welche sich außen an der Oberfläche herum gewunden haben, weil sie eher erkaltet sind, als die innern, die daher nicht sogleich haben nachgeben können. Werden nun diese äußern Fäden noch mehr gespannt: so zerreißen sie augenblicklich, und verursachen dadurch eine solche Erschütterung, daß der ganze Körper nothwendig zerbrechen und auseinander fallen muß.

An

An dem Schwanze der Glasthräne sind nun die äußersten Glasfäden alle vereinigt. Spannt man sie also noch mehr, oder bricht man gar den Schwanz ab: so müssen sie nothwendig gänzlich auseinander fallen, und zwar darum, weil sie beim Zerbrechen in eine heftige Erschütterung gerathen, welche sich sofort auch der innern Masse der Glasthräne mittheilt, daher denn auch diese zugleich mit zerfallen muß.

Das bononische Springkölbchen hat einen sehr dicken runden Boden, welcher beinah die ganze Masse desselben ausmacht. Folglich ist es einer Glasthräne, die einen hohlen Schwanz hat, fast vollkommen ähnlich, und ein Sandkörnchen, welches, wenn man es hinein fallen läßt, mit seinen scharfen Ecken einige Glasfäden zerschneidet, muß daher eben so, wie bei der Glasthräne, den Riß oder Bruch aller Glasfäden, wegen ihrer großen Spannung, verursachen.

Im übrigen ist hiebei noch zu merken, daß nicht jede Glasmasse zur Verfertigung solcher spröden Körper tauglich ist, und daß dieselben nicht auf allen Glashütten, sondern nur auf einigen, wo

die Arbeiter die Sache verstehen, bereitet werden können.

Sie scheinen in der That, versezte Amalie, sehr vielerlei Naturbegebenheiten, und mancherlei Eigenschaften der natürlichen Körper aus der sogenannten anziehenden Kraft und wirbelförmigen Bewegung ihrer Theilchen erklären zu können. Aber sagen Sie mir doch, ob etwa die Ursache des verschiedenen Geschmacks der Speißen und Getränke auch bloß in diesen beiden Kräften liegen mag?

Wahrscheinlich, erwiederte Philalethes: jedoch, sezte er hinzu, es verlohnt sich der Mühe nicht, solches ausführlich zu untersuchen, zumal da eine solche Untersuchung auf nichts, als Muthmassung beruhen würde. Mehr Nutzen hingegen hat die Lehre von der Verwandtschaft und von den übrigen natürlichen Eigenschaften der Materien: und aus diesem Grunde haben wir dabei ein wenig verweilen müssen.

Die anziehende Kraft ist es also, welche Sonnen und Wandelsterne in undenklichen Entfernungen verbindet, und Welten mit Hilfe der Centrifugalkraft hervorbringt. Sie ist es, welche die Körper, die sich nahe am Erdballe

oder

oder nahe bei jedem andern Weltkörper befinden, gegen dessen Centrum treibt, und jeden einzelnen Weltkörper selbst zusammenhält. Sie ist es, welche die Atomen der Körper mit einander vereinigt, und mit Hilfe der Centrifugalkraft verschiedene Eigenschaften in den Materien bewirkt. Sie ist es endlich, welche in einigen Materien stärker wirkt, als in andern, und mithin verursacht, daß einige einander stark, andere nur schwach anziehen. Bloß in diesem leztern Falle heißt sie Verwandtschaft oder Affinität, und ist im menschlichen Leben von unbeschreiblichem Nutzen, indem sie uns die zuverläßigsten Mittel an die Hand giebt, eine Menge brauchbarer Materien durch die Kunst zu bereiten, deren man sich in der Heilkunde, in der Malerei, in den Porcellänfabriken, in den Färbereien, in den Schmelz- und Hütten-Werken, wie auch bei unzählig vielen andern Beschäftigungen mit Vortheil bedient; ja die Menschen würden weder Gold noch Silber reinigen, oder andere Metalle von ihren Minern scheiden können, wenn die Materien in keiner verschiedenen Verwandtschaft unter einander ständen, oder keine verschiedene anziehende Kraft gegen einander äusserten!

Es ist aber in der That zu bewundern, sagte Karl, daß beinah alle Begebenheiten in der Welt aus einerlei Ursache entstehen, oder gleichsam von einer einzigen Kraft ihren Ursprung nehmen. Ob wohl die Thiere und Gewächse auch bloß durch diese Kraft gebildet werden?

Wenigstens ist Anziehung und Centrifugalkraft unumgänglich dazu nöthig, versezte Philalethes: aber deswegen folgt gleichwohl bei weitem noch nicht, daß die Natur sich ausser diesen beiden Kräften weiter gar keiner andern zu ihren Wirkungen bediene, sondern es ist vielmehr das Gegentheil zu vermuthen; denn sonst würde sie lauter runde Körper bilden, welches doch, wie bekannt, nicht geschiehet, indem die Thiere und Gewächse in Hinsicht auf ihre Gestallt von der Kugel oft ungemein abweichen. Es müssen also wohl noch andere Kräfte in der Natur anzutreffen seyn, als die beiden angeführten, nur daß wir sie nicht hinlänglich kennen, um ihre Richtungen zu erforschen und ihre Stärke zu messen. Eine einzige giebt es noch, deren Wirkungen wir auszumessen im Stande sind. Man pflegt sie die ausdehnende oder fortstoßende Kraft zu nennen, vermöge welcher sich die Theilchen einer

Ma-

Materie stets voneinander zu entfernen bestreben, und sich auch wirklich ohne Aufhören entfernen, wenn sie von keiner andern Kraft zurücke gehalten werden. Sie ist gerade das Widerspiel der anziehenden Kraft, und äußert ihre Wirkungen mithin bloß in den elastischen Materien, zu welchen besonders die Luft gehöret, von welcher wir aber erst künftig umständlich und ausführlicher handeln wollen.

# Neunte Unterhaltung.

## Gleichgewicht und Ueberwucht vester Körper.

Welche merkwürdige Naturbegebenheiten werden Sie uns denn heut erklären? fragte Amalie, als am folgenden Tage sie sich mit Karln bei ihrem Lehrer wieder einfand. Bisher haben Sie uns, fuhr sie fort, Lehren vorgetragen, die ich freilich, aller angewandten Aufmerksamkeit ungeachtet, kaum begreiffen kann. Allein so viel sehe ich dennoch sehr deutlich ein, daß dergleichen Kenntnisse überaus nützlich seyn mögen, da sie uns geschikt ma-

chen, die natürlichen Ursachen vieler Ereignisse, die sich in der Welt zutragen, auszuforschen, und mithin manche grobe Irthümer zu vermeiden, in welche diejenigen Menschen, die in diesem Fache unsres Wissens ganz fremd sind, sehr leicht gerathen, ja sogar manche Begebenheiten, die ganz natürlich zugehen, für geheime Wirkungen böser Geister halten. So hat unser Pächter einst aus einem gut gepichten vollem Biervasse in Gegenwart anderer Menschen den Zapfen herausgeschlagen, und sie alle in große Verwunderung darüber gesezt, daß kein Bier zum Zapfenloche heraus gelaufen ist, welches ihrer Meinung nach doch hätte geschehen sollen, ja man hat ihn deshalb sogar für einen bösen Mann, für einen Hexenmeister gehalten. Er aber hat gesagt, daß dieses deswegen geschehen sey, weil er vorher das Spundloch genau verstopft, und hiedurch das Eindringen der äußern Luft verhindert habe; denn auf solche Weise könne aus einem vollen Vasse niemals etwas durch das offene Zapfenloch heraus laufen. Ich möchte aber doch wissen, wie dieses eigentlich zugegangen ist, und warum die Luft dem Biere oder Wasser das Auslaufen unter dergleichen Umständen nicht gestattet?

Diese ganze Begebenheit, antwortete Philalethes, gründet sich, so, wie viele andere von eben der Art, auf den Druck der Luft, welche das Vaß von außen umgiebt, und sich mithin auch gegen das Zapfenloch stämmt, folglich nichts herauslaufen läßt, wenn es nicht gar zu weit ist, und wenn man den Zapfen recht vorsichtig herauszieher. Allein ganz deutliche Begriffe kann ich Euch von dieser Sache jezt noch nicht beibringen, weil man vorher nicht nur die Eigenschaften der Luft selbst genauer kennen, sondern auch wissen muß, nach welchen Gesetzen die Materien überhaupt gegen einander drücken, und einander hindern, zu fallen, oder sich auf andere Art zu bewegen. Wir müssen also vorher noch einige Stunden auf diese leztern Betrachtungen verwenden, ehe sich Amaliens Frage gehörig beantworten läßt. Heute will ich daher einige Lehren vortragen, welche zu unserer Absicht, nämlich den Druck der Körper überhaupt näher zu erforschen, sehr dienlich, und eben nicht schwer zu verstehen sind.

Es giebt in Italien Thürme, die so schief stehen, daß man glauben sollte, sie müßten augenblicklich umfallen. Gleichwohl haben sie

schon Jahrhunderte so überhangend gestanden, und stehen immer noch vest, ohne den Einwohnern die geringste Furcht zu verursachen, indem diese in aller Sicherheit daran vorbei gehen, oder auch wohl hinauf steigen, um die oben befindlichen Glocken zu läuten. Von dieser Art ist der sogenannte Eselsthurm zu Bononien, welcher schon zu Anfange des zwölften Jahrhunderts gebauet worden, und 307 parisische Fuß hoch ist. Wenn man oben eine Bleischnur an die Mauer desselben hält, und sodann das Bleiloth gerade herab sinken läßt: so fällt es unten drei und einen halben Fuß weit von der Mauer ab. Noch weit mehr neigt sich der Thurm Garisenda, welcher gleich neben jenem stehet, und nur 168 Fuß hoch ist; denn ein Senkblei, welches man oben an der Mauer gerade herab läßt, fällt unten über acht Fuß weit von der Mauer nieder. Am allermeisten überhangend zeigt sich jedoch ein berühmter Thurm zu Pisa, welchen um die Mitte des zwölften Jahrhunderts ein deutscher Baumeister zur großen Bewunderung des Volkes aufgeführt haben soll, und welchen man auch nur den schiefen Thurm zu nennen pflegt. Auf diesem Thurme hangen die Glocken in einer Höhe von 300 Fuß, und wenn

man in dieser Höhe ein Senkblei an der Mauer hinab läßt: so bleibt es unten zwölf Fuß weit von der Mauer entfernt, woraus leicht abzunehmen, daß er demjenigen, der ihn zum erstenmale siehet, einen überaus fürchterlichen Anblick gewähren mag.

Wie kömmt es aber, fragte Karl, daß diese Thürme nicht umfallen, da sie so schief stehen?

Sie können darum nicht umfallen, erwiederte Philalethes, weil die senkrechte Linie, die man bei jedem von seinem Schwerpunkte auf den Erdboden ziehen kann, noch innerhalb seiner Grundfläche zu stehen kömmt.

Aber was heißt bei einem Thurme der Schwerpunkt, und was verstehet man denn unter der Grundfläche, fragte Karl weiter?

Die Grundfläche eines Thurms ist der Platz, worauf er stehet, so, wie überhaupt bei jedem Körper der Platz, worauf derselbe ruhet, seine Grundfläche, oder, welches gleichviel ist, seine Basis heißt, nur daß dieselbe bei einigen Körpern groß, bei andern klein ist, antwortete Philalethes, und erläuterte die Sache noch folgendergestallt.

Wenn ein Pferd auf allen vier Füßen stehet: so ist seine Basis die Fläche, welche sich zwischen oder innerhalb seinen vier Füßen befindet. Stehet es aber nur auf drei Füßen: so ist seine Basis die Fläche, welche sich innerhalb dieser drei Füße befindet. Am deutlichsten kann man sich diesen Unterschied vorstellen, wenn man einen Faden um die Füße herum spannt, indem dieser sodann eine viereckige Fläche oder Basis einschließt, wenn das Pferd auf allen vier Füßen, eine dreieckige hingegen, wenn es nur auf dreien stehet. Aber im leztern Falle ist auch diese Basis, wie leicht zu erachten, kleiner, als im erstern. Auf gleiche Art enthält auch die Basis eines Menschen, der auf beiden Füßen stehet, nicht nur den Theil des Fußbodens, worauf die Füße selbst ruhen, sondern auch zugleich denjenigen Theil desselben, der zwischen den Füßen enthalten ist. Stehet man aber nur auf einem Fuße: so hat man zur Basis nichts weiter, als denjenigen Theil der Erde, den dieser Fuß bedekt.

Man stehet aber bekanntlich auf einem Fuße bei weitem nicht so sicher, als auf beiden, so, wie überhaupt alle stehende Körper desto leichter umfallen, je kleiner ihre Grundflächen

sind.

sind. Auch ist hierin der Grund zu finden, warum sich die Seiltänzer lange üben, und sich sehr in Acht nehmen müssen, wenn sie auf einem Seile oder Drathe tanzen lernen wollen; denn da haben sie außerordentlich schmale Grundflächen, die kaum so breit, als die Seile oder Dräthe selbst sind. Aber dieser Teller hat, so lange man ihn auf dem Tische stehen läßt, eine Basis, die beinah so groß, wie er selbst ist, weswegen er auch sehr sicher stehet, und nicht umfallen kann. Wollte ich ihn hingegen auf das dünne Ende des Heftes meines Federmessers legen: so würde er nicht leicht liegen oder stehen bleiben, sondern beim geringsten Wanken meiner Hand herab fallen.

Philalethes machte den Versuch wirklich, und fand nach einigem Hin- und Herschieben endlich die Stelle des Tellers, wo er auf dem Hefte des Federmessers liegen blieb, wie Tab. V. Fig. 1 vorstellet. Aber in dieser Lage blieb er kaum eine Sekunde lang; denn der Puls erschütterte seine Hand zu sehr, als daß der Teller sein Gleichgewicht nicht sogleich wieder hätte verlieren sollen.

Wenn wir, fuhr Philalethes fort, in dem Augenblicke, als der Teller stille lag, eine

ge-

gerade Linie der Länge nach durch das Messerheft in den Teller gezogen hätten: so würde sie mitten in ihm den Punkt getroffen haben, den man den Schwerpunkt desselben zu nennen pflegt. Ich will Euch die Sache sogleich deutlicher erklären.

Von der Schwere werden alle Theilchen des Tellers mit gleicher Gewalt gegen die Erde getrieben, und sie würden auch in der That alle zugleich herab fallen, wofern sie nicht unterstüzt wären. Man könnte diese Theilchen voneinander getrennt, und zum Beispiele recht feinen Schrot aus dem Zinne, woraus der Teller bestehet, gemacht haben. Alsdann würde jedes feine Schrotkörnchen, oder jedes noch so kleine Theilchen des Zinnes, einzeln und für sich herab fallen, wenn wir sie nirgends unterstüzt hätten. Da aber der Zinngießer diese einzelnen Theilchen des Zinnes zusammen geschmolzen, und einen vesten Körper, den wir einen Teller nennen, daraus bereitet hat: so halten dieselben vermöge ihrer wechselseitigen anziehenden Kraft aneinander selbst vest, und es kann daher nun kein einziges mehr für sich allein fallen, sondern sie fallen alle, wenn ein einziges fällt, und werden alle aufgehalten, wenn ein einziges aufge-

hal-

halten wird. Ganz anders ist es freilich bei flüßigen Materien, und bei solchen Körpern, die sehr leicht in Stücken zerfallen. Aber von diesen ist auch die Rede hier nicht, sondern sie ist bloß von Körpern und Materien, die nicht zerfliessen, und nicht unter ihrer eigenen Last zerfallen, folglich zu den vesten gehören. Da nun der Teller auch ein vester Körper ist: so darf man, um seinen Schwerpunkt zu finden, nur denjenigen Punkt in ihm aufsuchen, dessen Lage so beschaffen ist, daß alle Theilchen des Tellers, die diesseits dieses Punktes liegen, eben so stark abwärts drücken, als alle Theilchen desselben, die jenseits dieses Punktes liegen, wie auch, daß alle Theilchen zur Rechten dieses Punktes genau eben so stark abwärts zu sinken sich bestreben, als alle Theilchen, die diesem Punkte zur Linken liegen; denn dieses ist der sogenannte Schwerpunkt, welchen man nur unterstützen darf, um zu machen, daß der ganze Teller auf der Stütze ruhen muß.

Es ist also eben so viel, als ob die ganze Last eines Körpers in seinem Schwerpunkte vereinigt wäre. Denn die Last oder das Gewicht eines Körpers richtet sich eigentlich gar nicht nach seiner Größe, sondern nur nach der

Menge

Menge seiner Theilchen, welche bald einen großen Raum einnehmen, und gleichwohl wenig wiegen, wie zum Beispiele, ein Ballen lockere Wolle, bald ein großes Gewicht haben, ohngeachtet sie einen kleinen Raum erfüllen, wie zum Beispiele, ein Stück Blei oder Gold oder dergleichen. Was könnte uns also hindern, einen Körper, so locker und groß er auch immer seyn mag, wenn er nur nicht unter seiner eigenen Last zerfällt, in Hinsicht auf seine Last als unendlich dicht, oder als einen bloßen Punkt zu betrachten, und in diesen Punkt, welcher eben der Schwerpunkt seyn wird, sein ganzes Gewicht zu setzen?

Hierauf legte Philalethes ein steifes Oktavblatt Papier der Länge nach auf die obere Kante eines dreiseitigen Prismen, Tab. V. Fig. 2, und schob es auf dieser Kante so lange sanft hin und her, bis es nicht mehr herabschwankte, sondern ruhig liegen blieb. Dann hielt er es vest, und zog mit Bleistifte über der gedachten Kante den geraden Strich A B darauf. Hernach drehete er das Blatt herum, daß es quer zu liegen kam, worauf er die Linie D E wie vorher zog, nachdem nämlich das Blatt nach einigem sanften Hin- und Herschieben

ben wieder, ohne auf der einen oder der andern Seite herab zu schwanken, ruhig liegen blieb. Diese beiden Linien, sagte er, durchkreuzen nun einander in dem Punkte C, und unter diesem Punkte im Papiere selbst befindet sich eben der Schwerpunkt, welchen man daher nur mit einer Spitze unterstützen darf, um das ganze Blatt vor dem Herabfallen zu sichern, wie solches vorhin schon beim Teller deutlich zu sehen war.

Auf solche Weise, fuhr Philalethes fort, läßt sich die Stelle, wo der Schwerpunkt liegt, bei vielen Körpern leicht finden. Wenn man aber die Meßkunst verstehet: so braucht man nicht einmal dergleichen Versuche zu machen, sondern man darf nur die Körper, welche Gestallt sie auch immer haben mögen, gehörig ausmessen, da sich dann die Stelle, wo dieser Punkt liegt, bei jedem durch die Rechnung finden läßt. Will also ein Baumeister einen Thurm bauen, welcher schief stehen soll, wie etwa dieser Tab. V, Fig. 3: so darf er fürs erste nur berechnen, wohin sein Schwerpunkt C zu liegen kommt, und hernach muß er ihn nur so aufbauen, daß ein Senkblei C D, das man im Thurme aus dem Schwerpunkte herab sinken läßt, nicht über die

Basis des Thurmes heraus fällt. Alsdann kann ein solcher Thurm, dessen Theile vest mit einander verbunden sind, keinesweges umfallen, und zwar darum nicht, weil seine ganze Last gleichsam im Punkte C aneinander hängt, und mithin auf der Grundfläche wirklich ruhet. Wollte man ihn aber sehr viel höher, und seine Basis dennoch nicht größer als diese machen: so würde sein Schwerpunkt nothwendig auch in einer weit größern Höhe zu liegen kommen, und über die Basis rechter Hand herüber hangen, woraus also leicht abzunehmen, daß er vermöge seiner großen Last alsdann die Mauer unten an der Basis linker Hand zerreißen und umfallen würde; denn da hätte sein Schwerpunkt, folglich seine ganze Last, keine Unterlage mehr, um darauf zu ruhen.

Bei dem Körper des Menschen liegt der Schwerpunkt in der Gegend der Geschlechtstheile. Wenn man also auf beiden Füßen stehet: so fällt gedachte lothrechte Linie von diesem Punkte auf die Grundfläche, worauf beide Füße ruhen. Schreitet man aber mit einem Fuße fort: so rückt auch der ganze Körper und mit ihm zugleich sein Schwerpunkt über den andern Fuß vor, das heißt, er wird nun nicht mehr unter-

unterstüzt, und mithin muß der Körper sogleich wieder auf den Fuß, welchen man fortgesezt hat, hervor fallen. Dieses geschiehet auch wirklich bei jedem Schritte, indem das Gehen auf ebenem Wege nichts weiter, als ein bloßes Fallen ist, welches aber nur, durch das abwechselnde Fortsetzen der Füße, alle Augenblicke unterbrochen wird. Ein Mensch, der, zum Beispiele, so stehen wollte, wie ich ihn hier gezeichnet habe, Tab. V, Fig. 4, würde gewiß, wie schon der Augenschein lehret, sogleich umfallen, und zwar darum, weil sich die lothrechte Linie C D weder in den einen oder andern seiner Füße, noch auf den Raum, der zwischen ihnen enthalten ist, herab ziehet. Aber wenn er mit seinem andern Fuße vorschreitet, wie hier, Tab. V, Fig. 5: so bringt er ihn sogleich in die lothrechte Linie C D, und man siehet augenscheinlich, daß er nun keinesweges fallen kann, da seine ganze Last iezt in diesen Fuß fällt und von ihm unterstüzt wird. Bildhauer, Maler, und andere bildende Künstler müssen demnach diese Lehren vom Schwerpunkte gleichfalls verstehen, wenn sie nicht unverzeihliche Fehler begehen, und Gegenstände abbilden wollen, die wider ihren Willen umfallen müssen.

Körper, welche nicht aus Materien von verschiedener Dichtigkeit stückweise zusammengesezt sind, sondern durchaus, zum Beispiele aus lauter Lindenholz, oder Blei, oder Eisen u. s. w. bestehen, haben ihren Schwerpunkt allemal genau mitten in sich selbst. Also befindet sich der Schwerpunkt einer kupfernen Kugel genau in ihrem Mittelpunkte, und ein eiserner Stab, welcher durchaus von gleicher Dicke ist, hat seinen Schwerpunkt genau an dem Orte, wo man ihn in zwei gleiche Theile zertheilen kann. Das nämliche gilt auch von einem Balken, und überhaupt von allen Körpern, die nicht nur durchaus einerlei Dichtigkeit besitzen, sondern auch allenthalben gleich dick, allenthalben gleich breit, und allenthalben gleich lang sind.

Bedeutet also A B, Tab. V, Fig. 6, einen solchen Balken: so muß der Schwerpunkt gerade in dessen Mitte bei C liegen, weil die Theilungslinie allemal durch diesen Punkt gehet, man mag den Balken nach der Länge, oder nach der Breite, oder nach der Dicke in zwei gleiche Theile zerschneiden. Bohret man an dieser Stelle ein Loch quer durch, und schlägt man einen Stift hinein: so kann man die hervorstehenden Enden desselben, wie die Zapfen eines

eines Wagebalkens, in Pfannen legen, und mithin den ganzen Balken frei spielen lassen. Man nimt alsdann wahr, daß er weder zur Linken noch Rechten niedersinkt, sondern allezeit in der Lage bleibt, welche man ihm giebt. Stellt man ihn horizontal, wie A B: so bleibt er auch so schweben. Bringt man ihn in eine schiefe Lage, wie D E: so behält er dieselbe ebenfalls. Dieses geschiehet aber deswegen, weil unter diesen Umständen die Gewichte der beiden Arme AC und CB immer noch gleich bleiben, wenn sie auch in die Lage D C oder CE gebracht werden; denn der Theil seiner Masse, welcher sich über dem Schwerpunkte C gegen die Linke der senkrechten Linie neigt, ist genau eben so groß, als der Theil, welcher sich unter dem Schwerpunkte gegen die Rechte gedachter senkrechten Linie begiebt, und mithin behält ein solcher Balken seinen Mittelpunkt stets, man mag ihn drehen, wie man will, in dem Schwerpunkte, wo er eben unterstüzt ist.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man ihn nicht im Schwerpunkte selbst, sondern gerade unter demselben in M, Fig. 7, unterstüzt. Hier kann er nämlich nur in der horizontalen Lage AB auf dem Punkte M, welcher

vollkommen senkrecht unter dem Schwerpunkte C liegt, gehörig ruhen, muß aber augenblicklich überküppen und ganz herab fallen, sobald man ihn auf einer Seite im geringsten berühret und niederbeugt. Alsdann kömmt nämlich der Schwerpunkt C sogleich nach N zu liegen, und eine Schwerlinie, aus N gezogen, gehet zur Rechten der Unterlage oder der Basis M vorbei. Mithin muß der Balken unter diesen Umständen allerdings überschlagen, indem nun der Theil von C bis E länger ist, folglich mehr Masse hat, als der von C bis D, das heißt, er muß auf diejenige Seite stürzen, auf welche sich sein Schwerpunkt neigt.

Theilt man endlich einen solchen Balken Fig. 8, vermittelst einer senkrechten Linie durch den Schwerpunkt C abermals in zwei gleiche Theile, und schlägt man gerade über diesem Punkte in N einen Zapfen hindurch: so kann man daran den Balken wieder in seine Pfannen hängen, und er wird sich nun nach einigem Balanciren allemal selbst in die horizontale Lage A B versetzen, man mag ihn auf dieser oder jener Seite niedergestoßen haben. Denn unter diesen Umständen stellet die kurze Linie N C gleichsam den Faden eines Pendels vor, wel-

welches am Zapfen in N bevestigt, und im Schwerpunkte C mit dem Gewichte des ganzen Balkens beschweret ist. Wird nun der Balken AB in die Lage DE versezt: so steigt zwar sein Schwerpunkt von C nach Q in die Höhe, bleibt aber immer noch an dem Stifte N hangen, und muß nun vermöge seiner Last von Q nach C wieder herab sinken. Dadurch aber, daß er sinkt, erhält er, gerade wie beim Pendel, eine Kraft, eben so viel, als er gesunken, auf der andern Seite von C bis O in die Höhe zu steigen, so, daß dann der Balken in die Lage FG kommen muß. Hierauf muß die Seite OF aufs neue sinken, indem OG steigt: und hieraus ist leicht abzunehmen, daß der Balken so lange balanciret, bis der Schwerpunkt C von irgend einer Kraft gerade unter dem Stifte N in Ruhe gebracht wird, welches nur dann geschiehet, wann der Balken in der horizontalen Lage ruhet.

Unter diesem Balken kann man sich aber leicht jeden Wagebalken vorstellen. Denn daß die Wagebalken meistentheils künstlich gearbeitet, und an einigen Stellen dünne, an andern dicke, auch wohl auf allerlei Art zierlich gebogen sind, solches alles trägt zur Natur der Waage gar nichts bei, indem diese in Hinsicht auf den Bal-

ken weiter nichts erfordert, als daß ihre beiden Arme, vom Schwerpunkte an gerechnet, vollkommen von gleicher Länge, und genau von gleichem Gewicht seyn müssen. Auch werdet Ihr nun leicht begreiffen, warum der Zapfen in jedem Wagebalken ein wenig über dem Schwerpunkte durchgeschlagen seyn muß, wenn die Waage flüchtig balanciren, und sich hernach in die horizontale Lage versetzen, oder, welches gleichviel ist, wenn die Zunge in der Zange inne stehen soll. Denn wollte man den Zapfen genau im Schwerpunkte derselben einlassen: so würde sie, wenn die angehängten Gewichte einander gleich wären, in jeder Lage stehen bleiben, und also nicht von selbst inne stehen. Wollte man aber den Zapfen unter dem Schwerpunkte anbringen: so würde die allergeringste Ueberwucht auf der einen oder der andern Seite sogleich die ganze Waage umstürzen. Je näher im übrigen der Zapfen dem Schwerpunkte liegt, vorausgesezt, daß jedoch jener sich immer über diesem befindet, und je fleißiger überdieses Zapfen und Pfanne gearbeitet ist, um so viel genauer und flüchtiger gehet eine solche Waage, die man zum Unterschiede von andern Waagen, die Kramerwaage zu nennen pflegt.

Welche Bewandtniß hat es denn mit der sogenannten Heuwaage? fragte Karl, und sezte hinzu, daß er gehört habe, man könne an einer solchen Waage mit einem einzigen Centner wohl dreißig und mehr Centner abwägen, wie aber das zugehe, könne er noch gar nicht begreiffen. Philalethes nahm sich also nun vor, auch diese Sache zu untersuchen, und seinen beiden jungen Freunden die Gründe zu zeigen, auf welchen dergleichen Waagen beruhen.

Er hatte sich zu diesem Behuf eine Menge viereckiger Stäbchen aus Lindenholz verfertigen lassen, welche alle einerlei Dicke und Breite hatten, indem das eine davon vier Zoll, von den übrigen allen aber jedes nur einen lang war. Nun legte er das vierzöllige Stäbchen auf eine scharfe Unterlage, und zwar so, daß es nicht in der Mitte, sondern genau zwischen dem ersten und zweiten Zolle auf gedachter scharfen Kante der Unterlage unterstüzt ward, wo es aber eher nicht liegen blieb, als bis er noch acht solcher Stäbchen, deren Länge je einen Zoll betrug, auf den kurzen Arm gelegt hatte, wie solches Tab. V, Fig. 9, abgebildet ist, und welche Abbildung Philalethes auch mit zur Hand nahm.

Wenn also jeder Zoll ein Loth wiegt, fuhr er fort: so halten hier drei Loth mit neun Lothen die Waage; denn der kurze Arm A C bestehet aus neun Stäbchen, der lange C B hingegen nur aus dreien. Wäre der Arm C B vier Zoll, A C hingegen auch nur einen lang: so würde der leztere sogar sechzehen einzöllige Stäbchen auf sich nehmen müssen, wenn er mit jenen vieren in C B das Gleichgewicht halten sollte, und fünf und zwanzig würden in A C erforderlich seyn, wenn C B fünf Zoll wäre, und so weiter.

Das ist sonderbar, sagte Amalie! Man sollte glauben, drei Loth müßten immer mit drei Lothen die Waage halten. Wie geht es denn zu, daß hier deren neune dazu erfordert werden?

Man muß nur immer bedenken, erwiderte Philalethes, daß ein Körper nur dann ruhet, und weder auf diese, noch jene Seite überschlägt, wann die lothrechte Linie, welche durch seinen Schwerpunkt gezogen werden kann, genau auf seine Basis oder Unterlage fällt, so schmal und klein auch diese Unterlage seyn mag. Auch muß man ferner bedenken, daß der Schwerpunkt eines Körpers nicht immer

mer in der Mitte seiner Länge liegt, weil solches, wie ich vorhin schon gesagt habe, nur von denjenigen Körpern gilt, welche nicht bloß durchaus von gleicher Dichtigkeit sind, sondern auch durchaus einerlei Dicke und Breite haben, oder doch wenigstens in gleichen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte zu beiden Seiten genau gleichviel Masse besitzen. Da nun diese Stäbchen, wie sie da aufeinander liegen, zusammen genommen, gleichsam einen einzigen Körper ausmachen, welcher in A C viele mal dicker ist, als in C B: so kann sein Schwerpunkt auch keinesweges in der Mitte zwischen A und B liegen, und er muß mithin nothwendig an einer andern Stelle, als in dieser Mitte, unterstüzt werden, wenn er nicht auf die eine oder andere Seite stürzen soll. Wir wollen also sehen, ob wir die Stelle finden können, wo dieser Körper gestüzt werden muß, oder wo sein Schwerpunkt liegt: und hiezu wollen wir immer noch annehmen, daß jedes einzelne Stückchen Holz ein Loth, folglich A C neun Loth, C B hingegen drei Loth, oder alles zusammen zwölf Loth wiege.

Nämlich, diese Stäbchen wirken eben so viel, als ob an der Mitte des langen Armes,

oder an dem Schwerpunkte desselben F, ein Gewicht S von drei Lothen, und an dem Schwerpunkte des kurzen Armes D ein Gewicht Z von neun Lothen, vermittelst eines Fadens angehängt wäre, wenn man den Stäbchen selbst in den Gedanken gar kein Gewicht zueignet, wohl aber ihnen ihre Länge und übrige Gestallt noch läßt. Gedachte beiden Gewichte können ferner jede Form annehmen, die man ihnen in der Einbildung giebt, ohne deswegen am Gewichte selbst etwas zu verlieren, oder einen Ueberschuß zu erhalten. Wir wollen uns also beide Gewichte in Gestalt zweier kleinen Stäbe vorstellen, die ebenfalls durchaus einerlei Dicke haben, und wovon der eine mit MP, der andere mit PN bezeichnet seyn mag. Da sie nun beide durchaus gleich dicke, und von gleicher Dichtigkeit sind: so muß bei jedem der Schwerpunkt in seiner Mitte liegen, das heißt, MP muß denselben bei E, und PN bei G haben. Mithin stellt jezt MP den Arm AC vor, welcher, wenn er in E an dem Faden DE hängt, weder in M, noch in P niedersinken kann, sondern in der horizontalen Lage verweilen muß. Eben so stellt auch PN den Arm CB vor, welcher in G am Faden FG hängt, mithin ebenfalls in der horizontalen

Lage

Lage ruhet. Nun berühren diese beiden Stäbe einander in P, und bilden gleichsam nur einen einzigen, der nicht nur durchaus gleich dick ist, sondern auch aus einerlei Masse bestehet, folglich seinen Schwerpunkt in seiner Mitte bei R, das ist, in der lothrechten Linie RC hat: und hieraus gehet klar genug hervor, daß der Körper AB seinen Schwerpunkt allerdings in der Linie RC oder bei C habe, wenn er in dieser horizontalen Lage ruhet.

Da also der gemeinschaftliche Schwerpunkt gedachter beiden Gewichte AC und CB in C liegt: so muß man den ganzen Körper nothwendig an dieser Stelle anhängen oder daselbst unterstützen, wenn er nicht überschlagen, oder auf keiner Seite herabfallen soll, und man darf sich auf solche Weise gar nicht wundern, daß hier drei Loth mit neun Lothen die Waage halten; denn alle zwölf Stückchen Holz sind hier als ein einziger vester Körper zu betrachten, dessen Schwerpunkt unterstüzt ist, indem die lothrechte Linie, die durch diesen Schwerpunkt gezogen werden kann, genau auf die scharfe Kante der Unterlage fällt.

Der berühmte Herr Hofrath Kästner hat zwar noch eine andere Methode erfunden, nach wel-

welcher man sich diese anfänglich sonderbar scheinende Sache recht ins Licht setzen kann, und welche besonders die Mathematikverständigen befolgen, wenn sie sich alles recht gründlich vorstellen wollen. Allein für Euch ist ein solcher Vortrag noch zu hoch, und hoffentlich wird Euch obige sehr einfache Darstellung doch auch nicht ohne alles Licht gelassen haben. **Karl** muß aber freilich sich einst allerdings jenen gründlichern Beweis des obigen Satzes, daß nämlich unter gewissen Umständen ein kleines Gewicht einem großen die Waage hält, mit Fleiß bekannt machen.

Auf diesen Satz, daß unter angeführten Umständen oft ein sehr geringes Gewicht einem sehr großen die Waage halten kann, gründen sich alle sogenannte Maschinen, die uns in der Welt so unbeschreiblich viel Nutzen und Bequemlichkeit gewähren, und welche wir uns nun auch etwas ausführlicher und genauer bekannt machen wollen.

Ihr werdet mir, fuhr Philalethes fort, leicht einräumen, daß eine bloße Linie gar kein Gewicht habe; denn sie ist weder breit noch dick, und enthält gar keine Materie, daher denn auch die Schwere gar nicht auf sie wirken

kann,

kann, weil diese nur auf Materien und physische Körper wirkt. Wenn man sich demnach eine solche mathematische Linie AB, Tab. V, Fig. 10, vorstellet und annimmt, sie biege sich nicht, sondern bleibe beständig steif und gerade: so mag man sie in C oder E oder F unterstüzen, sie wird gleichwohl ihre horizontale Lage immer behalten, folglich auf keiner Seite niedersinken, und zwar darum, weil der kurze Arm eben so viel Gewicht hat, als der lange, das heißt, gar keins. Gesezt nun, diese steife Linie liege wirklich in einem Punkte C, welchen man den Ruhepunkt nennet, auf einer scharfen Unterlage, und sey am Ende des kurzen Arms in A mit einem Gewichte beschweret, welches zum Beispiel vier Pfund betragen mag: so ist leicht zu erachten, daß diese Linie nun in A die Ueberwucht erhalten und überschlagen muß, wenn am andern Ende B nicht auch ein Gewicht hängt, welches jenem die Waage hält. Aber dieses leztere darf nur zwei Pfund betragen, wenn der Arm CB doppelt so lang, als AC, und nur ein Pfund, wenn CB vier mal so lang, als AC ist. Wäre der kurze Arm einen Fuß lang, der lange aber fünf: so würde in B ein Pfund mit fünf Pfunden, die in A hangen, das Gleichgewicht halten,

ten, und eben so würde in B ein Pfund mit hundert Pfunden, die in A angebracht wären, im Gleichgewicht stehen, wenn CB die hundertfache Länge von AC hätte, und so weiter; denn man kann sich die Gewichte allemal als lauter Stäbe von gleicher Dicke vorstellen, welche sich von C aus links und rechts nach der geraden Linie zusammen setzen lassen, und sodann ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt genau in ihrer Mitte C haben, wo sie eben unterstüzt werden müssen, wenn sie einander die Waage halten sollen, wie bereits aus dem Vorhergehenden hinlänglich erhellet.

Eine solche Verbindung zweier Gewichte, welche bloß vermittelst einer mathematischen Linie vereinigt sind, pflegt man einen **mathematischen Hebel** zu nennen. Will man also wissen, wie groß auf jeder Seite die Gewichte seyn müssen, wenn sie einander die Waage halten sollen: so darf man nur den einen Arm zum Maaße annehmen, und mit ihm den andern Arm ausmessen, da man denn sogleich findet, wie viele mal der eine länger, als der andere ist. Hängt man sodann an den kürzern Arm ein gewisses Gewicht: so muß man an den längern ein Gewicht hängen, welches eben

so viele mal kleiner ist, als wie viele mal der längere Arm den kürzern übertrifft, indem das Produkt aus der Länge des einen oder des andern Arms in das daran hängende Gewicht jedesmal zu beiden Seiten von gleicher Größe seyn muß, wenn ein Gleichgewicht am Hebel erfolgen soll. Ein paar Beispiele mögen diesen Satz erläutern.

Der eine Arm sey also einen Fuß, der andere vier Fuß lang, und an jenem mögen acht Pfund hangen: so muß man an diesen zwei Pfund hängen, weil einmal acht eben so viel als vier mal zwei ist, oder weil diese beiden Produkte einander gleich sind. Wäre der eine Arm drei, der andere vier und zwanzig Fuß lang, und an jenem zögen vier und sechzig Pfund: so müßte man an diesen acht Pfund anbringen, weil 3 mal 64 eben so viel, als 8 mal 24 ist, und so ferner.

Ein solches Produkt pflegt man das mechanische **Moment** zu nennen, und nur wenn dieses zu beiden Seiten am Hebel gleich ist, erfolgt Ruhe und Gleichgewicht, sonst aber nie: denn sobald entweder in der gehörigen Entfernung vom Ruhepunkte ein im geringsten falsches Gewicht hängt, oder sobald ein richtiges

Gewicht

Gewicht nicht recht genau in der gehörigen Entfernung von der Unterlage angebracht ist, sobald schlägt auch der Hebel um, oder sinkt auf der einen Seite nieder.

Also würde das Gewicht in B sogleich die Ueberwucht erhalten und augenblicklich niedersinken, sobald man im geringsten mehr Gewicht, als die angeführte Länge des zugehörigen Hebelarms erfordert, zulegen wollte, weil alsdann die Kraft, womit es niederzusinken strebt, größer wäre, als die Kraft, womit jenes größere Gewicht in A zu sinken sich bestrebt.

Gesezt aber, es bewege sich wirklich, und sinke in einer Sekunde durch den Bogen BN herab: so würde das größere bei A in eben der Sekunde nur durch den Bogen AN in die Höhe steigen, und zwar deswegen, weil der Hebel eine steife Linie ist, welche sich nicht biegt, sondern sich blos in die Lage NM versezt, wenn B nach M herab sinkt. Nun lehrt aber sogleich der Augenschein, daß der Bogen BM größer, als der Bogen AN ist: folglich bewegt sich das kleinere Gewicht am Hebel allemal geschwinder, als das größere, wenn sich nämlich wirklich eine Bewegung ereignet. Und wenn der längere Arm, woran zum Beispiel

ein

ein Pfund hängt, viermal so lang ist, als der kürzere, woran vier Pfund hangen: so beträgt auch der Weg des kleinern Gewichtes viermal mehr, als der Weg des größern, so wie derselbe hundert oder tausendmal mehr beträgt, wenn das größere Gewicht hundert oder tausend mal größer, als das kleinere, folglich der kurze Arm am Helbel hundert oder tausend mal kürzer als der lange ist, und so ferner. Hieraus ist aber klar, daß die Geschwindigkeiten der Gewichte, die am Hebel mit einander im Gleichgewichte stehen, sich allezeit, so oft man sie bewegt, gegen einander verhalten, wie die Längen der Arme, zu welchen sie gehören. Auch ist hieraus ferner klar, daß man am Hebel immer so viel an Zeit verlieret, als man an Kraft oder Gewicht ersparet, wenn man nämlich eine grosse Last vermittelst eines kleinen Gewichts zu einer gewissen Höhe damit heben will; denn je größer die Last ist, und je länger man also den andern Hebelarm annimmt, woran das viel kleinere Gewicht ziehen oder heben soll, desto langsamer steigt sie. Gewöhnlich braucht man aber das langsame Steigen einer Last nicht zu achten, und man ist schon froh genug, daß man sie mit geringer Kraft fort bewegen kann, so langsam es auch damit gehen mag.

Vorhin habe ich gesagt, daß der Hebel, wie ich ihn bisher beschrieben, eigentlich nur eine steife Linie sey. Und nun kann man einwenden, daß ein solcher Hebel ja in der wirklichen Welt gar nicht, sondern bloß in unserer Einbildung existire, folglich auch gar nicht gebraucht werden könne. Allein dieser Schwierigkeit läßt sich dadurch gar leicht begegnen, daß man sich statt jener steifen Linie einen geraden Stab aus Eisen, oder Holz, oder einer andern sehr vesten Materie verfertigen, und nur den kurzen Arm dicke genug, den langen hingegen, nach Verhältniß, desto länger machen läßt. Alsdann halten die beiden Arme allerdings für sich einander die Waage, und sind zu diesem Gebrauche als eine gerade Linie anzuwenden, die gar kein Gewicht hat.

Auf diese Art werden auch wirklich diejenigen Hebel verfertigt, an welchen man mit einer kleinen Kraft große Lasten heben, und woran man mit einem einzigen kleinen Gewicht ein sehr großes abwägen kann, daher denn die Heuwaage selbst mit zu dieser Gattung von Maschinen gehöret.

Um dieß zu erläutern, mag AC Tab. V. Fig. 11. einen Balken bedeuten, welcher bei B mit

mit seinen Zapfen auf einer vesten Unterlage ruhet. Soll nun der kurze Arm BC dem langen AB für sich das Gleichgewicht halten: so muß man ihn so lange mit Ketten oder andern Gewichten belästigen, bis der ganze Balken auf seiner Unterlage B waagerecht liegen bleibt. Hernach theilt man den langen Arm in lauter gleiche Theile, davon jeder so lang als der kurze Arm selbst ist. Wenn also nun das Gegengewicht A einen Centner beträgt, und in Num. 10 dem Heufuder in C die Waage hält: so wiegt letzteres zehen Centner, weil es dem Zapfen B zehenmal näher, als jenes, hängt. Hat aber das Heufuder nur eine Last von acht Centnern: so muß man den Centner A nach Num. 8 hervorschieben, wenn er dieses aufwägen soll, und eben so muß man den Centner A bis nach Num. 7 oder 5 oder 3 u. s. w. hervorschieben, wenn die damit aufzuwägende Last 7 oder 5 oder 3 Centner beträgt, indem er nur in Num. 1 mit einem einzigen Centner die Waage hält, und zwar darum, weil er da genau eben so weit, als die Last, welche gewogen wird, vom Ruhepunkte B entfernt ist.

Wer demnach mit einem Pfunde ein Pfund abwägen, und sich dazu einer ordinären Kra-

merwaage bedienen wollte, woran der eine Arm länger wäre, als der andere, der würde entweder sich selbst oder den Kaufer damit hintergehen. Denn in der Schale, die am längern Arme hängt, beträgt die Waare noch kein Pfund, ob sie gleich mit einem Pfunde, welches in der Schale des kurzern Armes liegt, das Gleichgewicht hält, und mithin würde in diesem Falle der Käufer zu kurz kommen. Aber in der Schale, die am kürzern Arme hängt, wiegt sie mehr, als ein Pfund, wenn sie mit einem Pfunde, das in der Schale des längern Armes liegt, innen stehet, und mithin würde sich in diesem Falle der Verkäufer hintergehen. Ein richtiger Kramerwaagebalken muß also nicht nur auf beiden Seiten an Gewicht vollkommen gleich seyn, sondern seine beiden Arme müssen über dieses auch ganz genau einerlei Länge haben: außerdem taugt eine solche Waage nichts, und wird auch von der Obrigkeits nirgends geduldet.

Auf diese allgemeinen Lehren vom Gleichgewichte vester Körper gründen sich aber nicht bloß die verschiedenen Arten der Waagen, sondern auch, wie ich schon gesagt habe, eine unzählige Menge überaus nützlicher Maschinen, deren

ren sich die Natur selbst sowohl, als der Mensch, bei sehr vielen Gelegenheiten mit großem Vortheile bedienet, wo entweder große Lasten mit wenig Kraft gehoben, oder durch langsam wirkende Kräfte sehr geschwinde Bewegungen hervorgebracht werden sollen.

So ist zum Beispiele der Körper des Menschen und eines jeden andern Thieres beinah aus lauter Hebeln zusammen gesetzt, so, daß wir unsere Finger, unsere Hände und Füße, und überhaupt alle Glieder ungemein geschwind bewegen können. Beständen unsere Glieder nicht aus dergleichen Hebeln: so würden wir nicht nur sehr langsam einherschleichen, wie die Schnecken, sondern auch weder das Klavier, noch andere Werkzeuge der Tonkunst, mit erfoderlicher Geschwindigkeit spielen können, indem die geschwindeste Note wenigstens einen ganzen Takt ausmachen würde; und auf eben die Weise würden wir auch alle übrigen Geschäfte mit einer unerträglichen Langsamkeit verrichten.

Wenn ferner die Arbeitsleute große Steine oder andere große Lasten fortwälzen: so bedienen sie sich dazu gewöhnlich eines Hebebaums, welcher weiter nichts als ein natürlicher Hebel ist, indem sie ihn mit dem einem Ende ein we-

nig unter die Last hinein schieben, und am andern Ende daran heben. Man kann sich einen solchen Hebebaum unter der steifen Linie CB, Tab. V, Fig. 12. vorstellen, welche mit dem einem Ende C auf dem Erdboden, oder sonst auf einer Unterlage, die nicht nachgiebt, ruhet, und welche man am andern Ende B in die Höhe heben kann. Denn eine Last, welche nahe bei der Unterlage in P auf diesem Hebebaume liegt, wird von einer sehr geringen Kraft in B erhalten, oder auch wohl gar in die Höhe gehoben, indem es damit eben so zugehet, wie mit jenem Hebel, den wir vorhin schon betrachtet haben. Nämlich, wenn die hebende Kraft in B zehenmal weiter, als die drückende Last P, von der Unterlage C entfernt ist: so hält in B ein Centner mit zehen Centnern die Waage, die in P liegen, und man darf daher zu dem einen Centner in B nur noch die allergeringste Kraft hinzuthun, um die Ueberwucht zu bewirken, oder die Last von zehen Centnern in die Höhe zu heben. Wäre dieser Hebebaum hundert Fuß lang, und läge die Last nur einen Fuß weit von der Unterlage: so würde ein Mensch, der sonst nur einen Centner aufzuheben vermögend wäre, hundert Centner damit in die Höhe bewegen können, wobei ich aber immer noch annehme, daß

der

der Hebebaum selbst kein merkliches Gewicht habe, weil dieses außerdem auch mit in Rechnung zu bringen wäre. Aber dann muß auch dieser Mensch das andere Ende des Hebebaums hundert Fuß in die Höhe heben, wenn er die gedachte Last nur einen einzigen Fuß hoch treiben will; denn je größer die Last ist, welche man vermittelst eines Hebels bewegt, desto geringer ist auch ihre Geschwindigkeit, wie ich schon gezeigt habe.

Einen solchen Hebel, wie diesen, wo Kraft und Last auf einer Seite der Unterlage in einander wirken, heißt ein einseitiger Hebel, oder ein Hebel von der zweiten Art, lateinisch vectis homodromus, da im Gegentheile der vorhin beschriebene, wo die Kraft auf der einen, die Last hingegen auf der andern Seite der Unterlage angebracht ist, ein zweiseitiger Hebel, oder ein Hebel der ersten Art, lateinisch vectis heterodromus genannt wird. Und wenn ich sage, daß man die Glieder des menschlichen Körpers als lauter Hebel zu betrachten habe: so will ich darunter lauter Hebel von der zweiten Art, oder sogenannte einseitige Hebel verstanden wissen, weil sie wirklich alle von dieser Art sind, wiewohl ich diesen Satz hier weiter nicht ausführen kann, weil wir uns nun auch die

übrigen einfachen Rüstzeuge, womit man eben so viel als mit Hebeln ausrichten kann, kürzlich bekannt machen müssen.

Man pflegt aber unter Maschinen oder sogenannten Rüstzeugen alle diejenigen Vorrichtungen zu verstehen, durch deren Hilfe man entweder große Lasten mit geringer Kraft heben und langsam fortbewegen, oder Körper, die für sich allein sehr langsam gehen, mit starker Kraft in eine sehr geschwinde Bewegung bringen kann. Also ist die Heuwaage eine Maschine, weil an ihr ein Centner wohl zehen oder zwölf und mehr Centner hebt. Auf gleiche Weise sind auch die Hebebäume und Schubkarren wirkliche Maschinen, weil durch deren Hilfe ein Mensch, der außerdem kaum einen Centner zu heben im Stande ist, wohl vier oder fünf Centner heben und fortbringen kann. Mühlen und Uhren sind ebenfalls Rüstzeuge, weil sich bei jenen der Mühlstein viel geschwinder, als das Wasser oder der Wind, bei diesen hingegen das Steigerad viel geschwinder als das Stundenrad bewegt. Aber die gemeine Kramerwaage ist kein Rüstzeug, keine Maschine, sondern ein bloßes Geräthe, weil sie mit einem Centner nicht mehr, als einen Centner, mit einem Pfunde

nicht

nicht mehr als ein Pfund hebt, und weil die eine Schale an ihr eben so geschwind wie die andere auf- oder nieder-steigt. Eben so ist auch der Wagen keine Maschine; denn er läuft ebenfalls weder geschwinder noch langsamer, als die Pferde, die ihn ziehen. Freilich giebt es Menschen genug, welche zu sagen pflegen: dieser Wagen, dieses Hauß, dieser Ofen, dieser Tisch, diese Thüre ist eine entsetzlich große Maschine, da doch alle diese Sachen weder zur Fortschaffung großer Lasten, noch zur Hervorbringung großer Geschwindigkeiten gebraucht werden. Allein diese Menschen, die so reden, wissen gar nicht, worin sich die Rüstzeuge oder Maschinen von den bloßen Geräthen unterscheiden, daher man sich auch gar nicht nach ihrer Sprache richten darf.

Man pflegt im übrigen die Rüstzeuge in zwei Klassen einzutheilen, nämlich in einfache und zusammengesezte. Denn zu den einfachen kann man bloß den **Hebel**, den **Keil**, die **Schraube**, das **Rad an der Welle**, und die **Rolle** zählen. Verbindet man aber einige derselben mit einander, zum Beispiele etliche Räder an der Welle, oder den Hebel mit der Schraube, oder die Schraube mit dem Rade

und so weiter: so entstehet natürlich eine zusammengesezte Maschine daraus.

Was also eine Maschine seyn soll, das muß die Beschaffenheit eines oder etlicher dieser nur genannten Körper haben. So ist zum Beispiele der Schubkarren eine einfache Maschine; denn er hat die Eigenschaften eines einseitigen Hebels, dessen Ruhepunkt in der Axe des Rades liegt, hinter welcher sich in einem geringen Abstande die Last, und in einem weit größern die Kraft, oder der Schubkärner befindet. Aber die Kneipzange ist schon eine zusammengesezte Maschine; denn sie bestehet aus zwei einseitigen Hebeln, die ihren gemeinschaftlichen Ruhepunkt in der Niete, den Punkt der Last am vordern Ende und den Punkt der Kraft am hintern Ende haben. Eben so ist auch die Uhr eine zusammengesezte Maschine, indem sie aus verschiedenen Rädern und Getrieben bestehet. Aexte, Messer, Schwerdter, oder dergleichen, haben die Eigenschaften des Keils, daher diese Körper wieder zu den einfachen Rüstzeugen gehören.

Will man bestimmen, wie viel ein Keil vermag: so muß man nicht nur seine Länge, sondern auch die Dicke seines Rückens ausmes-

sen,

sen, und untersuchen, wie viele mal jene grösser ist, als dieser. Denn je mehr mal die Länge gedachte Dicke übertrifft, um so viele mal grösser ist auch sein Vermögen, veste Körper von einander zu spalten; und eben daher kömmt es auch, daß ein dünnes Messer weit besser schneidet, als ein dickes, ohngeachtet sie beide gleich scharf sind. Gesezt nämlich, die Länge dieses Keils, MD, Tab. VI. Fig. 1, überträfe den Rucken NP sechs mal: so könnte ein einziger Mensch ein Stücke Holz BAC damit auseinander treiben, welches ohne den Keil sechs Menschen kaum zu bewirken im Stande wären, wenn sie auch gleich ihre Hände und Finger mit scharfen Haaken bewaffnet hätten, womit sie bei B und C in das Holz einhaaken könnten, um es auseinander zu zerren. Wenn er ihn aber drei Zoll tief hinnein getrieben hat: so ist bloß das Holz einen halben Zoll weit auseinander gewichen, und eben so kann diese Spalte oben bei BC nur erst einen Zoll weit seyn, wenn die Tiefe des Keils DE schon sechs Zolle beträgt, u. s. w. Folglich ist auch beim Keile die kleinere wirkende Kraft um so viel geschwinder, als der Widerstand, je mehrmal dieser die wirkende Kraft an Stärke übertrifft, und folglich gehet auch da, gerade wie beim Hebel, eben so viel

viel an Zeit gleichsam verlohren, als an Kraft gewonnen wird. Allein in dergleichen Fällen pflegt man die Zeit nur nie in Betrachtung zu ziehen, weil man sie nicht kaufen darf, sondern unentgeldlich erhält. Ueberdieses ist es, wegen der Beschaffenheit unserer Hände, gar nicht einmal möglich, Holz ohne Keile zu zerspalten; denn diese sind viel zu weich und zu stumpf, als daß man es damit gehörig fassen kann. Wäre also die größte Dicke eines Keils zehen oder hundert mal in seiner Länge enthalten: so würde dadurch die Gewalt eines Menschen, der ihn in das Holz hinnein treibt, zehen oder hundertmal verstärkt, und so weiter; woraus zugleich mit erhellen mag, warum die Bäume an den Mauern der Gebäude oft großen Schaden anrichten, indem sich die Wurzeln oft in die Fugen der Steine hinnein ziehen, und sodann, wenn sie dicker werden, wirklich wie Keile wirken, folglich die Mauern zersprengen.

Was ich bisher vom Keile in Hinsicht auf die Verstärkung der bewegenden Kräfte gesagt habe, das gilt auch von der Schraube, welche, wie gesagt, auch zu den einfachen Maschinen gehöret. Um nämlich zu bestimmen, wie viel sie die bewegende Kraft zu verstärken vermag,

braucht

braucht man nur zu wissen, wie viel mal ihr Umfang die Höhe oder Weite eines Ganges übertrifft. Gesezt also, die Weite der Windungen oder Gänge betrüge eine Daumenbreite, der Umfang hingegen betrüge deren zwanzig: so könnte ein Mensch ein zwanzig mal größeres Gewichte damit in die Höhe schrauben, als er außerdem zu heben im Stande wäre; aber dann würde sich auch seine Hand, womit er die Schraube umdrehet, zwanzig mal geschwinder bewegen, als das Gewicht, welches er dadurch in die Höhe treibt. Wäre die Weite der Windungen hundertmal kleiner, als der Umfang der Schraube: so könnte man hundert mal mehr damit heben, als außerdem u. s. w. Dieses Rüstzeug wird also auch mit sehr großer Bequemlichkeit bei unendlich verschiedenen Gelegenheiten gebraucht, zumal da man allezeit zugleich einen Hebel damit verbinden, und folglich die Gewalt desselben dadurch noch mehr verstärken kann. Man pflegt nämlich zuweilen ein Loch in die Schraube einzustämmen, worein das eine Ende eines Hebebaums oder sogenannten Ziehbengels gestekt wird, so, daß man ihn am andern Ende anfassen und herum drehen kann, um auf solche Weise die Schraube in ihrer Mutter in die Höhe zu schrauben, oder die darauf liegende Last

zu

zu heben, ohngefähr auf die Art, wie das Bild, Tab. VI. Fig. 2. vorstellet. Wenn also ein solcher Ziehbengel, von der Axe der Schraube an gerechnet, zum Beispiele, sechs Fuß weit reicht, und ein Schraubengang nur den zehnten Theil eines Fußes weit ist: so kann ein Mensch, der außerdem nur einen Centner zu heben im Stande ist, vermittelst einer solchen Maschine über dreihundert Centner in die Höhe schrauben. Dagegen muß er aber auch über dreihundert Fuß am äußersten Ende dieses Ziehebengels zurücke legen, ehe er die auf der Schraube befindliche Last um einen einzigen Fuß in die Höhe bringt. Ihr sehet also hieraus, warum zuweilen ein paar Männer ganze Häuser und andere hölzerne Gebäude, die sich auf der einen oder andern Seite gesenkt haben, vermittelst solcher Schrauben, die aber zu solchem Gebrauche freilich aus überaus dicken Klötzern gemacht seyn müssen, in die Höhe schrauben und wieder gerade richten können.

Auch pflegt man die Schraube oft mit einem Rade an der Welle dergestallt zu verbinden, daß deren Gänge in die Zähne desselben eingreifen, wie dieses Bild, Tab. VI. Fig. 3 zeigt. Eine solche Schraube, wie bei

A zu sehen, führt sodann den Namen der Schraube ohne Ende, weil sie allemal einen Zahn aufs neue angreift, so oft sich einer auswindet, und auf solche Weise das Rad ununterbrochen umtreibt. Manche Menschen glauben, die Schraube ohne Ende sey eine Schraube mit überaus vielen Gängen oder Windungen. Allein diese irren sich gar sehr; denn eine solche Schraube hat eigentlich nie mehr, als drei Windungen, davon die vordere allemal einen neuen Zahn angreift, indem die hintere einen auswindet, so, wie die mittlere immer zwischen dem angegriffenen und sich auswindenden Zahne fortgetrieben wird, woraus zugleich leicht abzunehmen, daß vermittelst einer jeden Umdrehung der Kurbel K das Rad B allemal nur um einen Zahn sich drehen kann. Und eine solche Maschine läßt sich auch leicht so einrichten, daß man mit einem einzigen Pfunde Kraft, womit gedachte hebelartige Kurbel in K umgedrehet wird, viele hundert Pfunde auf die Welle des Rades B in die Höhe winden kann.

Will man ferner wissen, wie viel das Rad an der Welle, Tab. VI. Fig. 4, für sich allein vermag: so muß man untersuchen, wie viele mal der Umfang desselben größer ist, als

der

der Umfang seiner Welle; denn eben so vielmal ist auch das Gewicht, welches an der Welle senkrecht herab hängt, größer, als das, welches am Umfange des Rades lothrecht ziehet. Gesetzt also, der Umfang des Rades begreiffe den Umfang der Welle sechsmal in sich: so muß man an die Welle sechs Pfund, an die Peripherie des Rades hingegen nur ein Pfund hängen, wenn ein Gleichgewicht erfolgen soll. Wäre aber der Umfang des Rades zwanzig oder hundertmal größer, als der Umfang seiner Welle: so könnte man mit einem Centner, welcher an der Peripherie des Rades zöge, zwanzig oder hundert Centner an der Welle erhalten, und so ferner. Denn man kann ein solches Rad allemal als einen Hebel betrachten, welcher seinen Ruhepunkt im Mittelpunkte des Rades hat, wo er unterstüzt ist. Alsdann stellt nämlich der Halbmesser des Rades CB den längern Arm, der Halbmesser der Welle CA hingegen den kürzern vor, und es lassen sich die Kräfte, die einander das Gleichgewichte halten, aus der verschiedenen Länge dieser beiden Arme leicht beurtheilen. Daß aber die Peripherien zweier Kreise, welche hier vom Rade sowohl als von der Welle dargestellet werden, sich genau so, wie ihre Halbmesser verhalten, oder

daß

daß die eine Peripherie zehen, zwanzig, hundert mal größer ist, als die andere, wenn jener ihr Halbmesser zehen, zwanzig, hundert mal größer ist, als dieser ihrer, dieß ist eine geometrische Wahrheit, welche ihr mir vor der Hand noch auf mein Wort glauben könnet. Also gehet freilich auch bei dieser Maschine so viel an Zeit verloren, als man an Kraft erspart. Denn wenn in B ein Centner mit zehen Centnern, die an A hängen, das Gleichgewicht hält: so ist AC zehenmal kürzer als CB, und folglich ist auch der Umfang dieser Welle zehenmal kleiner, als der Umfang des dazu gehörigen Rades, und mithin muß man von dem Seile, woran der eine Centner in B hängt, in einer Minute zehen Ellen abwinden, wenn die zehen Centner an der Welle in einer Minute nur um eine Elle in die Höhe steigen sollen. Allein die Zeit braucht man, wie gesagt, nicht zu kaufen, und mithin achtet man in solchen Fällen auf sie nicht, wo es bloß darauf ankömmt, daß mit geringer Kraft eine große Last in Bewegung gesezt werden soll.

Wenn man an die Peripherien der Räder und ihrer Wellen rings herum Zähne von einerlei Größe in gleicher Entfernung von einander ein-

einsetzt, oder auch bloß einschneidet: so lassen sie sich dergestallt mit einander verbinden, daß jedes Rad mit seinen Zähnen immer zwischen die Zähne der Welle eines andern Rades eingreifst, und es umdrehet, wie in den Uhren und Bratenwendern oder andern dergleichen Maschinen, da dann das erste Rad außerordentlich langsam, das lezte hingegen ungemein geschwind umläuft. Gesezt hier, Tab. VI, Fig. 5, wären auf diese Art fünf Räder mit einander verbunden, davon jedes an seiner Peripherie mit vier und zwanzig, und an seiner Welle mit sechs Zähnen versehen wäre. Wollte man nun da das erste Rad A ein mal umdrehen: so müßte indessen das zweite vier mal, das dritte sechzehen mal; das vierte vier und sechzig mal, und endlich das lezte B zwey hundert und sechs und funfzig mal umlaufen. Mithin wird auch ein Gewicht von zweyhundert und sechs und funfzig Pfunden, welches an der Peripherie in A herab hängt, mit einem Pfunde in B das Gleichgewicht halten: ja dieses eine Pfund wird sogar 1024 Pfunde tragen, wenn sie an der Welle dieses erstern Rades angebracht sind, und wenn die Welle im Umfange ebenfalls vier mal kleiner, als das Rad selbst ist.

Was endlich die Rolle betrifft: so kann sie in der Mechanik, das heißt, in der Kunst, allerlei Bewegungen mit möglichst geringem Aufwande von Kraft oder Zeit zu bewirken, auf zweierlei Art vortheilhaft gebraucht werden.

Man kann sie nämlich fürs erste in einen Kloben dergestallt bevestigen, daß die Unterlage, worauf sie ruhet, oder woran sie hängt, und um welche sie sich drehet, ihre Axe selbst ist, wie an diesem Bilde, Tab. VI, Fig. 6, ab-abzunehmen. Ueber eine solche Rolle pflegt man einen Faden oder ein Seil zu ziehen, welches an beiden Enden mit Gewichten oder andern Kräften belästigt werden kann, die aber allemal einander gleich seyn müssen, wenn sie sich die Waage halten sollen; denn die beiden lothrechten Linien, nach welchen diese Kräfte ziehen, sind von der Axe, an welcher sich die Rolle drehet, gleich weit entfernt, und mithin kann man sich die Rolle allezeit als einen zweiseitigen Hebel AB vorstellen, der seine Unterlage in der Axe C hat, oder dessen beide Arme CA und CB einander gleich sind. Unter diesen Umständen ist also eigentlich die Rolle keine Maschine, weil man weder an Kraft noch an Zeit durch sie etwas erspart. Aber sie gewährt uns

doch den Vortheil, daß wir die Direktion der wirkenden Kräfte dadurch nach Willkühr, und wie es jedesmal das Bedürfniß erfodert, verändern können, welcher Vortheil desto größer ist, je öfter die Stelle, wo sich die wirkende Kraft anbringen läßt, gar nicht in derjenigen Richtung liegt, nach welcher die Last fortbewegt werden soll.

Man kann aber die Rolle fürs zweite auch als eine wirkliche Maschine gebrauchen. Und solches geschiehet, wenn man die Last an die Axe der Rolle, die Schnur hingegen, welche man um sie gelegt hat, mit ihrem einen Ende an eine veste Stelle anbindet, und am andern Ende die Kraft anbringt, welche die Last erhalten oder bewegen soll, wie an dem Bilde, Tab. VI, Fig. 7. zu sehen. Hier stellet nämlich AB wieder einen einseitigen Hebel vor, welcher seinen Ruhepunkt in A oder M, die Last aber im Centro C, und endlich die Kraft in B hat, welche letztere nothwendig aufwärts ziehen, und mithin bei R über eine andere Rolle geleitet werden muß, wenn sie durch ein Gewicht bewirkt werden soll, weil dieses außerdem nie aufwärts ziehet.

Nun kann man auch etliche solche Rollen, die als wirkliche Maschinen wirken, mit einander verbinden, und auf diese Weise gleichfalls eine vielfältige Kraft ersparen, wenn man zugleich einige von jenen, welche bloß die Richtung der ziehenden Kraft verändern, mit ihnen in Verbindung bringt, ohngefähr so, wie die bildliche Vorstellung, Tab. VI, Fig. 8, zeigt. Man bedient sich nämlich dazu zweier Kloben M und N, wovon jeder mit etlichen Rollen versehen ist, und eine Flasche heißt. Den obern M bevestigt man an derjenigen Stelle, zu welcher die Last in die Höhe gehoben werden soll. An den untern hingegen hängt man die Last P, und sodann ziehet man ein Seil um die Rollen beider Flaschen, so, wie hier abgebildet ist. Wenn also nun eine Hand oder sonst eine Kraft in E ziehet: so kann sie mit geringer Anstrengung die ganze untere Flasche samt einer großen daran hangenden Last bis an den obern Kloben in die Höhe heben. Und will man wissen, wie viel durch eine solche Vorrichtung an Kraft ersparet wird: so darf man nur die Seiltheile zählen, an welchen die untere Flasche hängt. Hier hängt sie an sechs dergleichen Theilen, und mithin kann man da eine Last von sechs Centnern mit einem Centner in E erhalten. Bestände

aber jede Flasche aus fünf Rollen: so würde die untere an zehen solchen Seiltheilen hangen, und folglich würde in E ein Centner mit zehen Centnern, die in P ziehen, das Gleichgewicht halten. Dagegen muß aber auch bei E vom Seile eine zehen Ellen lange Strecke in einer Minute abgewunden werden, wenn die Last in P nur eine Elle hoch während einer Minute steigen soll. Denn wir haben angenommen, daß diese jezt an zehen Seiltheilen hängt, wovon also ein jeder eine Elle kürzer werden muß, um P eben so viel zu erheben, und eben diese zehen Ellen sind es, welche indessen bei E abgewunden werden. Man pflegt im übrigen diese Vorrichtung einen Polyspast oder Flaschenzug zu nennen, und es ist klar, daß auch durch dieses Rüstzeug so viel an Zeit verloren gehet, als man an Kraft erspart. Maurer und andere Bauleute bedienen sich desselben vorzüglich, um große Lasten auf hohe Gebäude damit hinnauf zu ziehen: und hier könnte eine zu große Geschwindigkeit sogar dem Baue schädlich werden.

Auf diesen bisher auseinandergesetzten Gründen beruhet, wie ich schon gesagt habe, die Einrichtung aller Maschinen, so verschieden sie auch in Hinsicht auf ihr äußerliches Ansehen ausgedacht

dacht werden mögen, und Ihr werdet nun wohl begreiffen, daß man allezeit gar leicht bestimmen kann, wie sie einzurichten sind, wenn man vorher nur weiß, welche Wirkungen sie zu leisten haben, und wie stark die Kräfte sind, wodurch sie die verlangten Wirkungen hervorbringen sollen.

Wer indessen dergleichen Rüstzeuge, die oft aus vielen verschiedenen Theilen und aus mancherlei Materien zusammengesetzt werden, wirklich in Stand setzen will, der hat nicht selten unzählige Schwierigkeiten, die ich Euch nicht alle herzählen kann, aus dem Wege zu räumen, und bemühet sich gleichwohl nicht selten dennoch vergeblich. Mancher hat schon Mühlen und andere Maschinen auf die beschriebene Weise richtig berechnet und gebauet, welche dennoch nicht gegangen sind. Auch könnte man nach solchen Berechnungen gar leicht eine Menge Räder zusammen setzen, womit ein einziger Mensch den ganzen Erdball aufzuheben im Stande wäre; daher auch einst Archimedes zum Könige von Syrakusa gesagt haben soll: zeige mir eine veste Stelle außerhalb der Erde, wo ich stehen kann, und ich will die ganze Erde ganz allein in die Höhe heben. Aber er wußte wohl, daß ihm

der König keinen solchen Ort zeigen konnte, sonst würde er sich, als ein überaus einsichtsvoller Mann, wohl gehütet haben, etwas zu versprechen, was ihm zu erfüllen unmöglich gewesen wäre. Denn hätte er sich eines Hebebaums dazu bedienen wollen: so hätte er die Bäume aller Wälder aus ganz Europa dazu anwenden müssen, und einen solchen Hebebaum konnte er noch obendrein gar nicht regieren. Hätte er dagegen Räder gewählt: so wären diese gewiß zehenmal eher zerbrochen, als daß er den Erdball damit hätte heben können. Ja, wenn man Maschinen aus Nichts machen könnte, da wäre freilich alles damit auszuführen, was dergleichen Berechnungen geben: aber Holz, Metalle und andere Materien, woraus man sie verfertiget, sind nicht nur zerbrechlich und schwer, sondern haben auch noch andere Eigenschaften, die der Bewegung hinderlich fallen.

Nämlich alle Materien und Körper haben an ihren Oberflächen allezeit eine gewisse Rauhigkeit, so glatt und so fein sie auch polirt seyn mögen. Wenn sie sich daher auf einander drehen, oder sich auf andere Weise an einander bewegen sollen: so greiffen sie mit ihren Rauhigkeiten gleichsam in einander ein, das heißt, sie reiben einan-

einander, und hierdurch werden sie in ihrer Bewegung allerdings beträchtlich gehemmt. Wenn zum Beispiele ein Centnergewicht an der Schnellwaage zehenmal weiter von dem Ruhepunkte hängt, als die Last, welche damit gewogen wird: so trägt es genau zehn Centner, und sollte nach den Gesetzen des Hebels, augenblicklich niedersinken, mithin die Last in die Höhe bewegen, sobald man nur ein einziges Quentchen hinzu legt, so, wie der eine Arm einer Goldwaage die Ueberwucht bekömmt, sobald man ihn mit einem einzigen As belästigt. Gleichwohl kann man zu zehen Centnern wohl etliche Pfund legen, ehe eine Waage, womit man dergleichen große Lasten wägt, einen merklichen Ausschlag giebt. Solches ist aber bloß den Rauhigkeiten der Pfanne sowohl als des Zapfens der Waage, und mithin dem davon abhangenden Reiben zuzuschreiben, indem durch dieses Reiben die Bewegungen aller großen Maschinen überhaupt merklich gehemmet werden, daher denn auch die sogenannten Mechaniker, welche die Maschinen verfertigen, auf dieses Reiben allezeit mit Rücksicht nehmen, und sie so einrichten, daß dasselbe der Bewegung nur sehr wenig hinderlich fallen kann.

Kräfte, welche man anwendet, um die Maschinen in Bewegung zu setzen, bestehen gewöhnlich in Gewichten, weil diese vermöge der Schwere stets zu sinken sich bestreben. An deren Statt gebraucht man aber doch auch oft fliessendes Wasser, oder den Wind, wie nicht weniger die Spannfedern, desgleichen allerlei Thiere, ja sogar das Feuer; und man muß daher immer erst untersuchen, welche von diesen angeführten Sachen die bewegende Kraft zum wohlfeilsten und am bequemsten darbietet, wenn man eine Maschine recht vortheilhaft einrichten will.

Es hat Menschen gegeben, welche in ihren Gedanken mancherlei nützliche Maschinen erfunden, und sie auch wohl im Kleinen sehr sauber modelliret haben, die aber, wenn man sie wirklich im Großen bauen will, den gehoften Vortheil oft nicht nur nicht leisten, sondern zuweilen auch mehr Schaden als Nutzen stiften. So hat man sich zum Beispiel Mühe gegeben, Rüstzeuge zu machen, womit ein einziger Mensch in einem Tage mehr Getraide ausdreschen kann, als außerdem zehen andere. Man hat auf Maschinen gedacht, womit ein Weib in einem Tage so viel Wäsche sollte reinigen können, als

außer-

außerdem viele Wäscherinnen zusammen genommen. Man hat Maschinen modellirt, womit man ohne sonderlichen Aufwand und ohne viele Mühe das Feld umackern und besäen wollte. Man hat auf Maschinen gedacht, um damit in der Luft, wie auf dem Wasser, herum zu schiffen, oder zu fliegen. Ja man hat sogar Schiffe gebauet, um damit nach Belieben auf den Boden des Meeres hinab zu fahren, und, wie die Täucher oder Perlenfischer, nach Willkühr wieder empor zu steigen. Aber fast alle diese Maschinen sind verunglückt, und unbrauchbar befunden worden, weil ihre Erfinder die dabei vorfallenden Hindernisse und Nebenumstände nicht zugleich mit genau genug erwogen haben.

Dieses aber soll Euch bloß gesagt seyn, damit Ihr einsehet, warum der Landmann und jeder andere wenig unterrichtete Mensch insgemein alle neue Erfindungen, wodurch er sich zuweilen seine Arbeit wirklich erleichtern, oder sein Feld mit mehr Vortheil bauen, und sowohl sich, als andern Menschen nützlicher werden kann, gerade zu verwirft, zumal wenn ihm die Gelehrten oder seine Vorgesetzten dergleichen Neuerungen anpreißen. Er hat nämlich wahrgenommen, daß diese in dergleichen Fällen einigemal

gefehlt haben, und glaubt nun, sie fehlen allemal, so oft sie sich in die Angelegenheiten des gemeinen Lebens mischen, und nicht bloß bei ihren Büchern bleiben. Daher muß man sich sorgfältig hüten, den einfältigen Leuten dergleichen neue Einrichtungen anzurathen, wenn der Nutzen, den sie leisten sollen, noch nicht recht gewiß ist; denn sobald sie das geringste falsch befinden, so werden sie mißtrauisch, und glauben weder uns, noch andern unsers gleichen, etwas mehr.

## Zehente Unterhaltung.

### Druck und Gleichgewicht flüßiger Materien.

Mit flüßigen Materien hat es, fuhr Philalethes in der folgenden Stunde wieder fort, in verschiedener Hinsicht zwar eine ganz andere Bewandtniß, als mit vesten, und zwar darum, weil ihre Theilchen nicht vest zusammenhangen, sondern aus einander fallen, oder herabfließen, wenn sie sich nicht in Gefäßen befinden, die das Auseinanderfließen verhindern. Allein daß ihre wirkende Kraft gleichwohl auch aus der Geschwin-

digkeit womit sie sich bewegen, und aus ihrem Gewichte oder ihrer Masse zugleich genommen, das heißt, eben so, wie die Kraft vester Körper, beurtheilet werden müsse, dieses läßt sich allerdings recht gut beweisen, und hierzu mögen folgende Betrachtungen dienen.

So viel wissen wir alle längst schon, daß das Wasser in zwei oder etlichen Röhren, und andern Gefäßen, welche an ihrem Boden mit einander Gemeinschaft haben, allezeit zu gleicher Höhe steigt, obgleich die eine Röhre enger ist, und obgleich die eine vertikal, die andere schief stehet. So ist zum Beispiel der Schlauch an einer Gießkanne allemal weit enger, als die Gießkanne selbst, und steigt auch immer schief aus ihr in die Höhe: gleichwohl finden wir den Wasserstand in jener allezeit genau so hoch, als in diesem. Dem ersten Anscheine nach sollte man freilich vermuthen, daß die viel größere Menge des Wassers, welches in der Gießkanne enthalten ist, jene weit geringere Wassermasse, die der Schlauch enthält, in die Höhe drücken müsse: allein dieses geschiehet, wie gesagt, und wie wir alle wissen, niemals, woraus also leicht abzunehmen, das der Gegendruck der geringen Wassermenge, die im Schlauche enthalten ist, eben

eben so stark sey, als der Druck der viel größern Wassermasse, die sich im weiten Gevåße befindet.

Auf diese Weise stehet nun Wasser, oder überhaupt jede flüßige Materie, in allen Gevåßen, welche, wie die hier vorgezeichneten Tab. VII. Fig. 1, 2, 3, 4, an ihren Grundflächen mit einander Gemeinschaft haben, allemal in gleicher Höhe, die Gevåße mögen weit oder enge, schief oder lothrecht, gerade oder krumm, von gleicher Weite oder bauchig seyn, das heißt, sie mögen eine Gestallt haben, welche sie wollen. Ich sage, wenn man eine solche Röhre bis an die waagerechte Linie AB mit einem flüßigen Wesen anfüllet, so steigt es in der andern damit verbundenen Röhre, welche Gestallt und Lage sie auch immer haben mag, allemal eben so hoch.

Wo nun zwei solche Röhren durchaus einerlei Weile haben, wie zum Beispiele die Röhren A und O, Tab. VII. Fig. 1: da ist freilich die Ursache, warum hinnein gegossenes Wasser in beiden zu gleicher Höhe steigt, gar leicht aufzufinden. Denn in die eine Röhre gehet alsdann gerade ein eben so großes Maaß voll Wasser, als in die andere, und zwei gleiche

Maaße

Maaße desselben wiegen oder drücken auch gleich viel. Mithin ist leicht zu erachten, daß diese beiden gleichen Maaße des Wassers unten am Boden gedachter beiden Röhren mit gleicher Kraft gegen einander drücken, und folglich einander das Gleichgewicht halten, oder im waagerechten Stande stehen müssen. Wollte man annehmen, daß es in der einen Röhre A dennoch sinken sollte: so müßte es ja zugleich in der andern B steigen, das heißt, ein Pfund oder ein Centner müßte mehr, als ein Pfund oder einen Centner heben, welches gleichwohl hier, wo beide Röhren gleich weit sind, und wo das Wasser in der einen eben so geschwind steigen müßte, als es in der andern fallen würde, ganz unmöglich ist.

Allein nun fragt sichs, wie es zugehet, daß das Wasser in beiden Röhren auch dann zu gleicher Höhe steigt, wann die eine weiter, als die andere ist, indem da doch das Gewicht, oder die Masse des Wassers, welches eine weite Röhre erfüllet, mehr beträgt, als das Gewicht oder die Menge desjenigen, welches in der engen eben so hoch stehet. Und um diese Frage zu beantworten, will ich erst untersuchen, wie viele mal geschwinder das Wasser in der engen Röhre sich bewegen müßte, als in der damit verbunde-

nen weiten, wenn es wirklich in jener höher, als in dieser steigen sollte. Gesezt also, es könnten in der weiten Röhre M, Tab. VII, Fig. 2, zum Beispiele, sechzehen solche engere Röhren, wie Q, neben einander stehen, oder, welches das nämliche sagen will, jene sey sechzehen mal weiter, als diese: so ist leicht zu erachten, daß in der weiten sechzehen mal mehr Wasser, als in der engen enthalten ist, wenn man sie beide bis zu einerlei Höhe angefüllet hat. Nehmen wir nun an, daß das Wasser der weiten Röhre M sechzehen Pfund wiegt, und also mit einer Gewalt von sechzehen Pfunden gegen seinen Boden drükt: so kann das Wasser der engen Q nur ein Pfund wiegen, und also nur mit einer Last von einem Pfunde gegen seinen Boden drücken. Wenn also diese Röhren keine verschiedene Boden haben, sondern unten an einander gefügt sind, und jene sechzehenfache Wassermasse sollte bei M nur um einen einzigen Zoll sinken: so müßte die einpfündige Wassermasse bei Q in eben der Zeit um sechzehen Zolle steigen. Wenn folglich das Wasser in zwei solchen Röhren wirklich steigt oder fällt: so ist die Geschwindigkeit desselben in der engen sechzehen mal größer, als in der weiten, da im Gegentheile das Gewicht in dieser sechzehen mal größer, als in jener ist.

Nun

Nun haben wir aber schon bei Betrachtung des balancirenden Hebels wahrgenommen, daß er sich nothwendig von selbst allmählig in die horizontale Lage versezt und ruhig wird, wenn die Geschwindigkeit seines kleinern Gewichts die Geschwindigkeit seines größern so viel mal übertrift, als das kleinere Gewicht selbst von dem größern an Größe übertroffen wird. Mithin muß eben dieses mechanische Gesetz hier gleichfalls gelten. Wenn man nämlich die weite Röhre bis zu einer gewissen Höhe plötzlich mit Wasser anfüllet: so wird es zwar anfänglich in der engen etwas höher steigen, aber bald wird es auch wieder in ihr desto tiefer fallen, mithin in der weiten sich erheben, und auf diese Weise in beiden Röhren hernach eine Weile dergestallt balanciren, daß es in der engen sich immer sechszehen mal geschwinder bewegt, als in der weiten, welche, wie gesagt, hier sechszehen mal weiter, als jene ist. Gelangt es aber endlich in Ruhe: so muß es bloß in der horizontalen Lage AB, gerade wie der angeführte Hebel, stehen bleiben. Wäre die weite Röhre hundert oder tausend mal weiter, als die enge: so würde jene bis zu einer gewissen Höhe angefüllt hundert oder tausend mal mehr Wasser enthalten, als diese, worin es eben so hoch

stände, und in dieser würde die Geschwindigkeit hundert oder tausend mal größer seyn, als in jener, und so weiter. Mithin hat in der engen Röhre das Wasser stets eben so viel Kraft, als in der weiten, und kann also, wenn es einmal ruhig ist, weder in dieser noch in jener sinken, sondern muß immer oder waagerecht stehen bleiben; denn die Kräfte der Materien sind allemal einander gleich, so ofte die Produkte aus ihren Massen in die Geschwindigkeiten einander gleich sind.

Man kann diese Sache zwar aus dem Drucke, den die kleinsten Theilchen flüßiger Materien gegen einander äußern, noch genauer, als hier geschehen, demonstriren: allein diese Demonstration wäre für Euch noch zu hoch, daher wollen wir hiebei nicht länger verweilen, sondern uns nur noch merken, daß man gedachten horizontalen oder waagerechten Stand, welchen die flüßigen Materien in allen aneinander gefügten Gevässen von sich selbst annehmen, das Niveau oder den Wasserpaß zu nennen pflegt.

Auch ist leicht zu begreifen, daß alles, was bisher von weiten und engen Gevässen gesagt worden ist, auf schiefe und krumme Tab. VII. Fig. 3 und 4, ebenfalls anwendbar sey. Nur muß

muß man dabei noch erwägen, daß dergleichen Röhren überhaupt nicht gar zu enge seyn dürfen, also nicht so enge, wie etwa die Haarröhrchen; denn sonst würde das Wasser in ihnen freilich über das Niveau AB hinauf steigen. Aber dann wäre auch die Ursache dieses höhern Wasserstandes nicht in dem Drucke der größern Menge des Wassers, welches in dem damit verbundenen weiten Gefäße enthalten ist, sondern vielmehr bloß in der anziehenden Kraft jener engen Röhren zu suchen, wie wir schon im vorigen Monathe bei den Versuchen mit Haarröhrchen wahrgenommen haben. Wenn also das Wasser in engen Röhren in der That nicht merklich höher steigen soll, als in den damit verbundenen weiten: so müssen sie wenigstens die Dicke eines guten Daumens haben.

Ueberdieses ist auch zu merken, daß gedachtes Niveau nur dann Statt findet, wann in beiden miteinander verbundenen Röhren bloß einerlei flüßiges Wesen enthalten ist. Denn wofern in der einen Röhre, zum Beyspiele, nur Wasser, in der andern aber Weingeist enthalten wäre: so könnte das Wasser mit dem Weingeiste freilich nicht im Niveau stehen, indem vielmehr der Weingeist einen höhern, das Wasser hingegen

gen einen niedrigern Stand haben würde, und zwar darum, weil Wasser mehr eigenthümliches Gewicht, oder eine größere Dichtigkeit, als Weingeist besitzt. Quecksilber ist sogar vierzehen mal dichter, als Regenwasser, und hat folglich vierzehen mal mehr eigenthümliches Gewicht, als dieses. Wenn daher in einem Geväße Quecksilber, und in einem andern, welches mit jenem einen gemeinschaftlichen Boden hat, Regenwasser enthalten ist: so stehet letzteres in seinem Gefäße vierzehen mal höher, als jenes erstere in dem seinigen, wenn man nämlich beide Höhen von gedachtem gemeinschaftlichen Boden an rechnet, und allemal nur die senkrechte Höhe mißt, wie aus dem Bilde, Tab. VII. Fig. 5, deutlicher erhellet, wo in dem engen Geväße das Quecksilber, in dem weiten hingegen das Wasser vorgestellet ist, und wo man immer nur die senkrechten Höhen AB und CD in Betrachtung ziehet, weil auch da weder die verschiedene Weite noch die verschiedene Gestallt und schiefe Lage derselben in der Sache selbst etwas ändert.

Vermöge des angeführten Grundgesetzes, daß nämlich eine sehr dünne Wassersäule eben so stark, als eine sehr dicke von eben der senkrechten Höhe, gegen den gemeinschaftlichen Boden drückt,

drückt, müssen sich nun mancherlei merkwürdige Begebenheiten ereignen, die viele Menschen, die von dem gedachten Grundgesetz nichts wissen, in gar große Verwunderung und in Erstaunen setzen. Wenn man zum Beispiel in ein weites Vaß, welches mit Bier oder Wasser oder Wein angefüllet ist, eine sehr lange dünne Röhre senkrecht stellt, und sie mit Pech oder einem andern Kütt sorgfältig verküttet, auf daß nichts durch die feinen Fugen heraus kann: so kann man das Vaß mit einem Pfunde oder auch wohl mit einem halben Pfunde Wasser, womit man diese sehr hohe und enge Röhre anfüllet, zur großen Verwunderung der Umstehenden sehr leicht zersprengen, oder die Boden desselben heraus treiben, wenn diese nur nicht gar zu dick, oder die Reisen, die das Vaß zusammen halten, nicht gar zu stark sind. Auf gleiche Weise kann man auch mit ungemein wenig Wasser sehr große Gewichte heben. Wenn zum Beispiel dieses hier abgebildete und mit AB bezeichnete Vaß, Tab. VII. Fig. 6, sehr weit, und mit einer sehr hohen engen Röhre RS, versehen, überdieses aber schon bis an den Deckel mit Wasser angefüllet ist: so darf man nur noch diese enge Röhre mit Wasser anfüllen, und es wird nicht nur den Deckel dieses Vasses, ohngeachtet er aufgepicht ist,

in die Höhe drücken, sondern auch die darauf gesezten großen Gewichte heben, und herab werfen.

Aber über dergleichen Begebenheiten darf man sich dennoch gar nicht wundern. Denn die Gewalt, mit welcher der Deckel eines Vasses in dergleichen Fällen in die Höhe gedrückt wird, läßt sich aus dem erwähnten Grundgesetz, welches die flüßigen Materien ganz nothwendig befolgen müssen, allemal sehr leicht bestimmen, wenn man nur die senkrechte Höhe der engen Röhre, sowohl als die Größe des Bodens oder Dekels des damit verbundenen weiten Gevässes kennt. Man setze, zum Beispiele, die Größe dieses Deckels AB betrage einen Quadratfuß parisischen Maaßes, indem die Röhre RS nur eine Quadratlinie weit seyn mag: so können 20736 solche Röhren, wie RS ist, auf dem Vasse AB neben einander stehen, wenn sie alle viereckig sind, und folglich genau aneinander passen. Hieraus erhellet aber, daß ein Gevässe, welches die Weite des Vasses AB hat, und so hoch, wie die Röhre RS ist, 20736 mal mehr Wasser vassen kann, als diese enge Röhre für sich allein. Macht man demnach diese Röhre so hoch, daß etwas mehr, als ein gan-

zes Pfund Wasser hinnein gehet: so muß der eben so hohe, aber 20736 mal weitere Raum nothwendig 20736 Pfund von dem nämlichen Wasser in sich aufnehmen können, und es ist nun eben so viel, als ob der Deckel AB von einer Wassersäule, welche die Weite dieses Dekels hat, und so hoch, wie die angefüllte Röhre RS ist, in die Höhe gedruckt würde. Nämlich diese Wassersäule RS drückt eben so stark auf das Wasser, welches im Vasse AB enthalten ist, als die Wassersäule AMNB darauf drücken würde, wenn man sie darauf setzen wollte. Da sie nun hier nicht zugegen ist, das Wasser in SR aber sich stets bestrebt, herab zu sinken, und endlich das Wasser in AB wegen der Stärke des Vasses nirgends weiter, als nach Oben zu ausweichen kann: so muß es nothwendig den Deckel in die Höhe heben, folglich die darauf stehenden Gewichte herabwerfen, und zwar mit einer Gewalt, welche unter den angenommenen Voraussetzungen 20735 Pfunden gleich zu schätzen ist, indem von den 20736 Pfunden ein einziges wegen des kleinen Raums, den die Röhre vom Deckel bei R selbst hinweg nimmt, abgezogen werden muß. Wäre die Weite des Vasses AB so groß, daß der darüber befindliche körperliche Raum AMNB tausend Centner eines flüßigen

Wesens in sich nehmen könnte: so müßte ein einziges Pfund von eben dem flüßigen Wesen jenen tausend Centnern das Gleichgewicht halten u. s. w.

Man pflegt in den Höfen hoher Häußer, wo öfters das fünfte und sechste Stockwerk von Menschen bewohnt ist, weite Gruben in die Erde zu graben, welche sofort ausgemauert und oben zugewölbet werden, auf daß der darüber befindliche Hofraum wieder gepflastert und zu anderem Gebrauch angewandt werden kann, weil man in großen volkreichen Städten den Raum der Höfe auf mancherlei Weise zu benutzen sucht. In diese Gruben leitet man aus allen Stockwerken der Gebäude ausgepichte Röhren, um den Menschen, die daselbst wohnen, die Bequemlichkeit zu verschaffen, allerlei flüßige Unreinigkeiten durch diese Röhren in die Gruben hinnab zu leiten, indem diese sonst öfters einige Treppen tief herunter getragen werden müßten, welches gar sehr beschwerlich wäre. Endlich aber werden diese Gruben voll, und wenn man sie nicht zu rechter Zeit ausräumen läßt: so müssen auch die hinnab geleiteten langen Röhren zuletzt selbst bis oben an voll werden, da sie dann sofort nicht nur die Gewölber der Gruben zersprengen,

gen, sondern auch das Pflaster aufheben, ja sogar zuweilen die Grundmauern der Gebäude beschädigen.

Dergleichen Begebenheiten haben sich in der That schon zuweilen ereignet, und man hat sodann geglaubt, es wäre ein Erdbeben oder eine andere geheime Ursache daran Schuld gewesen, weil man sich nicht hat einfallen lassen, daß die flüßigen Materien auch aufwärts eben so stark als abwärts drücken, wie auch, daß ihre drückende Gewalt bloß von der Größe der Basis, worauf sie drücken, und von der Höhe der Röhren, worin sie sich befinden, abhängt und beurtheilt werden muß, oder daß auf die geringe Weite der leztern eigentlich gar nichts ankömmt. Wer aber dieses weiß, der wird sich nicht wundern, wie es möglich ist, daß dergleichen Begebenheiten sich zutragen, sondern vielmehr allezeit solche Anordnungen treffen, daß diese Gruben und Schläuche keine Gefahr bringen können.

**Also wird es Euch auch nun keineswegs befremden, daß zuweilen ganze Berge zerbersten, und Wasserfluthen ausschütten, ohne daß ein wirkliches Erdbeben dabei Statt findet. Es kann nämlich ein Berg in seinem Innern**

gar wohl so beschaffen seyn, wie ich ihn hier Tab. VII, Fig. 7. vorgestellet habe. Ich sage: er kann auf seiner Basis eine enge aber sehr weit ausgebreitete Spalte oder Kluft DE haben, welche ringsherum verschlossen ist, und nur mit einer andern engen Kluft, AC, die sich von dem Gipfel des Berges hinnab senkt, in Verbindung stehet. In dieser Kluft, welche oft kaum einen halben Queerdaumen breit seyn mag, kann also das Regenwasser bis zu der Querspalte DE hinnab rieseln, und sie nach und nach anfüllen. Wird nun endlich auch die Kluft AC selbst voll: so muß das Wasser den Berg allerdings zersprengen, um sich einen freien Ausgang zu verschaffen. Will man die Gewalt wissen, mit welcher es in den Berg wirkt: so darf man nur untersuchen, wie viel Fuß die senkrechte Höhe AB, und wie viel Quadratfuß dessen Basis beträgt, um beide mit einander multipliciren zu können, oder um die Größe desjenigen körperlichen Raumes in Kubicfußen zu bestimmen, welcher nicht nur im Umfange allenthalben so groß, als die Basis des Berges ist, sondern auch die senkrechte Höhe desselben hat. Sodann rechnet man für jeden Kubikfuß parisischen Maaßes zwei und siebenzig Pfund, weil ein solcher Raum voll Wasser so viel wiegt: und nun weiß man sogleich

die

die Stärke der Kraft, womit jenes wenige Wasser, welches in der engen Kluft AC enthalten ist, in den Berg wirkt, um ihn zu heben, oder auseinander zu sprengen. Man setze, die Basis der Querspalte des Berges betrage 40 000 Quadratfluß, indem seine senkrechte Höhe nur 300 Fuß betragen mag: so geben diese Zahlen in einander multiplicirt 12 000 000 Kubikfuß, wovon jeder eine Kraft von 72 Pfunden äußert. Bringt man also diese 72 Pfunde mit in Rechnung: so kommen beinahe 864 000 000 Pfunde, oder 7 854 545 Centner heraus, die das Wasser, welches in der Kluft AB enthalten ist, heben kann. So viel Gewalt kann aber ein solcher Berg ohnstreitig nicht aushalten, und mithin muß er allerdings zerbersten, auf daß das Wasser, welches diesen Druck bewirkt, heraus laufen kann.

Wer hätte sich vorstellen sollen, sagte Amalia, daß ein wenig Wasser vermögend wäre, Mauern und Berge zu zersprengen, wenn es hohe enge Röhren, die nur unten sehr weit sind, erfüllet? Mir ist alles dieses bisher gänzlich unbekannt gewesen, und ich würde mich über dergleichen merkwürdige Naturwirkungen gewiß auch sehr gewundert haben, wenn Sie uns davon nicht unterrichtet hätten.

Also drückt auch wohl, fragte Karl, das wenige Wasser in dem Schlauche eines vollen Gießvasses eben so stark gegen den Boden desselben, als die weit größere Menge des Wassers, welches im Gießvasse selbst enthalten ist?

Allerdings, erwiderte Philalethes, denn außerdem müßte es in dem Schlauche höher, als in dem weiten Vasse stehen, indem eine geringere Gewalt jedesmal der stärkern weichen, oder ihr nachgeben muß.

Aber, fuhr Karl fort, wenn man nun immer eine Röhre an die andere setzen, und auf solche Weise durch Thäler und Berge gleichsam einen bedeckten Kanal von hier an bis in das Meer leiten wollte: würde wohl das Wasser alsdann in diesem Kanale auch nicht höher steigen, als das Meer stehet?

Nicht im geringsten höher, antwortete Philalethes, und wenn auch gleich viele tausend Eimer hinnein gefüllet würden. Denn, fuhr er fort, setzet einmal, die Röhre endige sich am Ausfluße der Elbe auf dem Grunde des Meeres, und sey so enge, daß man sie, wenn ihre unterste Oeffnung verstopft wäre, mit einem einzigen Eimer Wasser voll füllen könnte: so könnte man

hier

hier zu Leipzig immerhin viele Millionen Eimer voll nach und nach hinein gießen, und es würde demohngeachtet immer fort abfließen, das heißt, es würde stets eben so viel seyn, als hätte man gar noch nichts hinnein gefüllet, indem das Wasser darin nie höher steigen könnte, als die Oberfläche des Meeres ist — Ich will Euch die Sache deutlicher erklären.

Vestes Land und jede Insel ragt allezeit über das Meer hervor, das heißt, alle Körper, die sich auf dem Trockenen befinden, stehen höher, oder, welches gleich viel gilt, sie sind etwas weiter von der Mitte der Erdkugel entfernt, als die Schiffe und andere Körper, die auf dem Meere schwimmen. Dazu liegt aber auch immer ein Land oder eine Provinz höher, als eine andere, so, wie gewöhnlich ein Berg immer über dem andern hervor ragt. Nun liegt Leipzig, oder vielmehr die Oberfläche der Pleiße in dieser Gegend, ohngefähr 350 Fuß höher, als die Oberfläche des deutschen Meeres, welches unser Vaterland von Großbritannien trennt. Folglich muß das Wasser in einem wasserdichten Kanale, der sich bis in dieses Meer erstrekt, stets 350 Fuß tiefer stehen, als hier die Oberfläche der Pleiße, und zwar darum, weil es, vermöge des bereits oft angeführten so-

genann-

genannten hydrostatischen Grundgesetzes, dem ganzen Ocean die Waage hält, und mit ihm im Gleichgewichte stehet, mithin ihn mit eben der Gewalt in die Höhe hebt, mit welcher er dieses Wasser in seinem Kanale selbst herauf zu drücken sich bestrebt. Ich sage, das Meer ist alsdann bloß als ein sehr weites Gefäße Tab. VII, Fig. 3, zu betrachten, worin das Wasser stets eben so hoch stehet, als in der damit verbundenen schief stehenden Röhre; denn die ungeheuere Größe des Oceans kann in der Sache selbst so wenig verändern, als die außerordentliche Länge des engen Kanals jenes Grundgesetz umzustoßen vermag. Dieß einzige ist nur dabei noch zu bemerken, daß das Meerwasser salzig ist, und mithin etwas mehr eigenthümliches Gewicht hat, als Regen- oder Fluß-Wasser, welches man daher auch zum Unterschiede von jenem süßes Wasser zu nennen pflegt. Wenn daher in gedachtem Kanale süßes Wasser enthalten wäre: so müßte es wegen seiner geringern Dichtigkeit zwar freilich etwas höher stehen, als die Oberfläche des Meeres, mit welchem dieser Kanal in Verbindung stehet. Allein diese Abweichung von dem eigentlichen Niveau wäre demohngeachtet noch viel zu geringe, als daß wir sie hier in Betrachtung zu ziehen nöthig hätten.

Wie könnten aber, fragte Amalia, auf dem hohen Lande und selbst auf hohen Bergen starke Quellen entstehen, wenn das Meerwasser nicht vermögend wäre, durch die unterirdischen Spalten zu dringen und weit über die Oberfläche des Meeres empor zu steigen? Die vielen Quellen, welche beständig Wasser geben, ohne in der trockensten Sommerzeit zu stocken, nehmen doch wohl ihren Ursprung nirgends wo anders her, als aus dem Meere, welches das Wasser durch gedachte unterirdische Spalten gegen das hohe Land herauf drükt? Wenigstens habe ich schon irgendwo gelesen, daß viele Quellen ihren Ursprung ohnfehlbar aus dem Meere nehmen, wenn sie auch gleich zuweilen sehr weit von ihm entfernt sind. Und es giebt ja auch in unserer ziemlich flachen Gegend viele Quellen, welche stets fließen? Gleichwohl müßte man, um Wasser zu finden, allemal 350 Fuß tief graben, wenn es in den unterirdischen Kanälen niemals höher stände, als die Oberfläche des Meeres besagt?

Nein, erwiderte Philalethes, die Quellen und Brunnen nehmen ihren Ursprung keinesweges unmittelbar aus dem Meere, und zwar aus dem Grundgesetz, welches ich schon bekannt gemacht

gemacht habe. Bloß nahe an den Ufern desselben kann das Meer die gegrabenen Brunnen mit Wasser versorgen, welche aber auch nie überfließen, und also auch eigentlich keine Quellen sind, indem das Wasser bloß durch die Zwischenräumchen des Erdreichs oder der Sandlagen von der Seite hinnein dringt, und mithin ebenfalls darin nie höher, als die Meersfläche, steher, ja sogar mit der Fluth und Ebbe darin zugleich steigt und fällt. Auf dem hohen Lande hingegen ist Regen und Schnee hinreichend, alle Quellen und Flüße reichlich mit Wasser zu versorgen, und große hohe Berge ziehen überdieses die Wolken an sich, und verwandeln sie in Wasser, welches in ihnen die Quellen unterhält.

So viel mag vor der Hand hinreichen, um Amaliens Bedenken zu heben; denn eine mehr ausführliche Nachricht von der Entstehung der Quellen und Flüße kann ich Euch erst künftig ertheilen.

Wie entstehen aber die Fontainen, fragte Karl, wenn das Wasser nicht zuweilen durch seinen eigenen Druck in die Höhe springt?

Vermöge seines eigenen Druckes, versezte Philalethes, kann es nur dann in die Höhe

springen,

springen, wenn es vorher von eben der Höhe herab fällt, welches bei den Fontainen allerdings der Fall gewöhnlich ist. Wer in seinem Garten dergleichen Springbrunnen anlegen will, der darf nur das dazu nöthige Wasser in wohlverwahrten Röhren von einer Anhöhe herab leiten. Je höher der Ort liegt, von welchem es kömmt, desto höher wird auch die Fontaine springen. Die Ursache davon ist ebenfalls das hydrostatische Grundgesetz, daß nämlich jedes flüßiges Wesen eben wieder so hoch steigt, als es gefallen ist. Wenn wir, zum Beispiele eine Röhre von der Dachrinne bis in diese Stube herab führen wollten: so würde das Regenwasser nothwendig in ihr herablaufen, ja wir müßten sie krümmen, und wieder bis an das Dach in die Höhe führen, wenn sie nicht überfließen sollte. Wollte man sie nun unten, gleich über der Krümmung, abschneiden: so würde das Wasser daselbst zwar noch nicht springen, sondern bloß überfließen, weil aus dieser weiten Oeffnung allezeit so viel ablaufen könnte, als oben hinzu flösse. Allein sobald man auf diese Oeffnung einen engen Aufsatz bevestigt, durch welchen stets weniger Wasser heraus fahren kann, als oben hin zufließt, alsdann springt es wirklich beinah so hoch, als es in der gedachten Röhre gefallen ist. Voll-

kommen so hoch, als es gefallen, kann es aber freilich nicht springen, weil ihm die Luft ein wenig widerstehet, und weil es im Aufsatze, durch welchen es in die Höhe getrieben wird, einige Friktion leidet.

Auf solche Weise lassen sich wirklich in den Wohnzimmern allerlei artige Springbrunnen zum Vergnügen mit geringen Aufwande einrichten, indem man nur in einer beliebigen Höhe ein Wassergeväß, woraus eine Röhre herab gehet, anbringen darf. Nämlich, diese Röhre kann gar leicht auf eine verborgene Weise dergestallt unter einen Tisch geleitet werden, daß ihr aufwärts gekrümmtes enges Ende, welches mit einem Hahne versehen seyn muß, in der Tischplatte sich öffnet, so, daß Wein oder Wasser dadurch in die vorgehaltenen Gläßer springt, wenn das obere verborgene Geväß damit angefüllet ist.

Aber dergleichen Fontainen, versezte Karl, hören doch sogleich auf zu springen, wenn das obere Geväße leer wird. Jene rechten Springbrunnen hingegen, dergleichen man in einigen Gärten findet, hören ja gar nicht auf, sondern springen Tag und Nacht im ganzen Sommer hindurch?

Wenn

Wenn man die obern Geväße, erwiderte Philalethes, beständig voll erhält: so springen gedachte kleine Springbrunnen ebenfalls unaufhörlich. Wer wird sich aber, fuhr er fort, so viel Mühe nehmen, sie stets voll zu erhalten, da man hier das Wasser allemal erst hinnauf tragen muß? Auf bergigten Gegenden hingegen finden sich allenthalben Quellen, die man in ein gemeinschaftliches Bassin leitet, und aus diesem eine Röhre in das Thal, wo die Fontaine angelegt werden soll, herab führet. Mithin ist hier das obere Geväße, oder das gedachte Bassin, stets mit Wasser angefüllet, weil die hinnein geleiteten Quellen unaufhörlich so viel ersetzen, als die Fontaine davon hinweg nimmt. Hier bei Leipzig giebt es freilich keine Berge, von welchen man Wasser in die Gärten leiten kann, daher auch überaus wenig Springbrunnen hier in den Gärten prangen; und von den nächsten Bergen das Wasser bis hieher zu leiten, das würde zu viel Aufwand erfodern. Nur in den Gärten, die sich nahe bei der Wasserkunst befinden, sind einige schöne Fontainen anzutreffen, die den ganzen Sommer hindurch springen. Diese erhalten ihr Wasser aus dem Bottich, der ganz oben in dem zur Wasserkunst gehörigen Thurme stehet, und stets mit Wasser angefüllet ist, weil

stets welches hinnein geplumpet wird. Gedachter große Bottich stehet wohl über dreißig Fuß hoch: folglich fällt hier das Wasser in besondern Röhren auch wieder so tief herab, und erhält vermöge dieser Höhe einen sehr starken Druck, daher denn auch die in der Nähe befindlichen Fontainen sehr hoch springen, zumal wenn die dazu gehörigen Aufsätze angeschraubt werden, welche dem springenden Wasser bald die Gestallt eines Regens, bald eines Fächers, eines Pfauenschwanzes, eines Seegeltuches, eines geraden Stabes, und so weiter, geben.

Wie ist aber die hiesige Wasserkunst eingerichtet? fragte Amalie, und sezte hinzu: sie habe zwar oft gehöret, daß dieselbe das Wasser aus der Pleiße schöpfe und beinah die ganze Stadt hinlänglich damit versorge, aber sie begreiffe nur noch nicht, wie das eigentlich zugehe.

Philalethes erwiderte: Leipzig liegt höher, als die daneben vorbeifließende Pleiße, und mithin kann das Wasser aus ihr nicht unmittelbar in die Stadt fließen, indem es nie freiwillig bergan läuft. Gleichwohl war es nöthig, die Stadt hinlänglich mit Flußwasser zu versorgen, weil die gegrabenen Brunnen und Plumpen

theils

theils bei weitem nicht hinreichen, die Stadt hinlänglich mit Wasser zu versorgen, theils auch sehr schlechtes Wasser geben, welches zu den meisten Bedürfnissen ganz unbrauchbar ist, worüber man sich aber auch gar nicht wundern darf, da ganz reines und klares Quellwasser hauptsächlich nur an den Gebirgen, auf dem platten Lande hingegen ungemein selten angetroffen wird. Aber das Wasser der Pfleiße ersezt hier den Mangel des reinen Quellwassers fast gänzlich, wenigstens besizt es überaus viele Vorzüge vor dem Wasser, welches die hiesigen Brunnen oder Plumpen geben. Darum hat man einige große Räder an den Fluß gebauet, ich meine die großen Räder, welche ganz unten in den Kunstgebäuden hangen, und von dem Wasser der Pleiße selbst, wie Mühlräder, umgetrieben werden. Neben jedem Rade hat man einige sehr weite Plumpenröhren aufgerichtet, welche wohl dreißig Fuß Höhe haben, und mit ihren untern Oeffnungen in gepflasterten Gruben stehen. Diese Gruben sind stets voll Wasser, welches theils aus der Pleiße, theils aus einem gegrabenen Brunnen beständig hinnein fleßt. Von den Kurbeln der Räder sind starke Stangen in die Höhe geführt, und oben an Querbalken bevestigt, welche wie Waagebalken mit ihren Zapfen in Pfannen liegen,

gen, folglich die Plumpenschwängel vorstellen. Da nun die Räder stets umlaufen: so stoßen sie die gedachten Stangen wechselsweise ein paar Fuß hoch in die Höhe, um sie sofort eben so weit wieder herab zu ziehen, und auf diese Weise plumpen sie das Wasser aus den gedachten Gruben ohne Unterlaß durch die weiten Plumpenröhren in die Höhe, wo sie es in die oben befindlichen großen Wasserbottiche ausgießen. Nun stehen diese Bottiche mit dem höchsten Orte der Stadt, oder mit dem sogenannten Sperrlingsberge im Niveau, und aus ihnen sind Röhren in den Kunstgebäuden herab geführt, welche sodann unter der Erde an der Anhöhe herauf nach der Stadt sich erstrecken, auf daß das Wasser durch sie aus den Bottichen herab fallen, dann wieder bis zur gedachten höchsten Stelle in die Höhe steigen, und endlich von hieraus nach allen Häußern, welche Antheil daran haben, ablaufen kann; denn es muß ja in den Röhren, die schief gegen die Stadt herauf liegen, eben so hoch steigen, als es in den Röhren fällt, welche aus den Bottichen senkrecht herabgehen.

Also kann man Wasser allerdings auf Berge leiten, wenn man es vorher vermittelst solcher maschinenartigen Vorrichtungen auf hohe Thürme

plumpet

plumpet oder drückt, und es in wohlverwahrten Röhren wieder herabfallen läßt. Solche Vorrichtungen pflegt man Wasserkünste, zu nennen. Die größte derselben befindet sich zu Marly, wo eine erstaunliche Menge Wasser von dreißig bis vierzig sehr großen Rädern aus der Seine einen hohen Berg hinnauf getrieben wird, welches hernach in steinernen Kanälen etliche französische Meilen weit nach Versailles hinnab fließt, und nicht nur diese ganze große Stadt selbst, sondern auch die daselbst befindlichen weltberühmten Fontainen mit Wasser versorgt.

Noch ist, sagte Philalethes zu dieser Betrachtung des Gleichgewichtes flüßiger Wesen hinzuzufügen, daß dieselben sich nach Beschaffenheit ihres verschiedenen eigenthümlichen Gewichtes über einander stellen, wenn man sie zusammen gießt und ruhig werden läßt, vorausgesezt aber, daß zwischen ihnen keine Affinität Statt findet, weil sonst allerdings ihre innige Vermischung und Auflösung beim Zusammengießen erfolgt. Quecksilber, zum Beyspiel, hat mehr eigenthümliches Gewicht, als Lauge; diese hat wieder mehr solches Gewicht, als Terpentinöhl, und eben dieses wird von der Luft an Leichtigkeit weit übertroffen. Gießt man also diese vier Arten der

flüßigen Wesen unter einander: so kann man sie im Glase umschütteln, und sie stellen sich, wenn man sie sodann ein wenig in Ruhe läßt, immer wieder so, daß das Quecksilber zu unterst liegt, worauf die Lauge, dann das Terpentinöhl, und zu oberst endlich die Luft folgt. Man pflegt ein solches mit verschiedenen Flüßigkeiten angefülltes Glas eine Elementarwelt im Kleinen zu nennen, indem das Quecksilber die Erde, die Lauge das Wasser, das Oehl das Feuer, und endlich die Luft sich selbst bedeuten soll. Die Liquores erscheinen darin scharf abgeschnitten, wie die Vorstellung Tab. VI. Fig. 8 zeigt. Statt der Lauge kann man aber auch Wasser, und Statt des Terpentinöhles nur Olivenöhl nehmen. Weingeist oder Wein und Wasser hingegen darf man zu dieser Absicht nicht zusammen gießen, obgleich die beiden erstern auch weniger eigenthümliches Gewicht haben, als das leztere; denn sie vermischen sich beim Zusammengießen wegen ihrer Affinität mit einander, und ihr verschiedenes eigenthümliches Gewicht ist sodann nicht mehr hinreichend, sie wieder zu trennen. Indessen kann man doch auch Wein auf Wasser dergestallt hingießen, daß er darauf schwimmen bleibt, und sich nicht mit ihm vermischt. Man darf nämlich nur auf das Glas ein reines nasses

Tuch

Tuch oder ein Blatt nasses Löschpapier breiten, dann solches in der Mitte so weit vertiefen, bis es die Wasserfläche berührt, und hierauf den Wein tropfenweise an dem nassen Tuche hinnab laufen lassen, wobei jedoch alles ruhig und ohne Erschütterung erhalten werden muß. Wenn man hierauf das Tuch sanft vom Glase wieder hinweg ziehet, so siehet man den Wein völlig scharf abgeschnitten auf dem Wasser schwimmen.

## Eilfte Unterhaltung.

### Von dem Gleichgewichte flüßiger Materien mit vesten Körpern.

Daß große Steine und andere Körper, fuhr Philalethes am folgenden Tage wieder fort, in den Seen und Flüssen sich sehr leicht fortwälzen oder in die Höhe heben lassen, mithin im Wasser weit weniger Gewicht, als in der freien Luft, haben, das wissen schon längst alle Menschen, welche ihre Hände zuweilen in Wasser tauchen, um einen Stein, ein Stücke Metall, oder dergleichen, aus demselben heraus zu langen. Hieraus folgt aber, daß die Körper in

flüßigen Materien ihr Gewicht oder wenigstens einen Theil desselben verlieren, indem dieser Verlust allemal genau so viel beträgt, als derjenige Theil des flüßigen Wesens wiegt, welcher von dem hinnein getauchten Körper verdrängt wird. Um nun Euch diesen Satz desto verständlicher zu machen, will ich ihn erstlich durch einige Beispiele zu erläutern suchen, und sodann zeigen, zu welchem Behufe er im gemeinen Leben mit Nutzen angewandt werden kann.

Wenn man an den einen Arm einer akkuraten Wage einen Körper, zum Beispiel einen bleiernen Würfel, und an den andern so viel Gewicht hängt, als erfoderlich ist, um die Waage ins Gleichgewicht zu setzen: so kann man ein Gefäß mit Wasser dergestallt unter diese Vorrichtung stellen, daß der bleierne Würfel darin untertaucht, indem das Gegengewicht am andern Arme in der freien Luft hängt, und folglich vom Wasser gänzlich entfernet bleibt. Nun giebt aber das Gegengewicht augenblicklich einen Ausschlag, sobald jener bleierne Würfel untertaucht, ob er gleich vorher mit gedachtem Gegengewichte die Waage genau hielt. Will man das Gleichgewicht jetzt wieder herstellen: so muß man vom Gegengewicht so viel abnehmen, oder dem Würfel

sel so viel zusetzen, als derjenige Raum voller Wasser wiegt, welchen der Würfel einnimmt. Gesezt nämlich der Würfel wäre ein Kubikzoll: so müßte man ihm so viel Gewicht, als ein Kubikzoll Wasser wiegt, hinzusetzen, da man im Gegentheile so viel Gewicht, als ein Kubikfuß Wasser hat, ihm zulegen müßte, wenn der Würfel ein Kubikfuß wäre. Ein französischer Kubikfuß Blei wiegt in freier Luft 824 Pfunde, da das Gewicht eines eben so großen Raumes voller mäßigwarmen Regenwassers 72 Pfunde beträgt. Folglich verliert ein Bleiklumpen, der diese Größe hat, in dergleichen Wasser 72 Pfunde von seinem Gewicht, und hält mithin nur noch 752 Pfunden die Waage, wenn diese in freier Luft hangen. Eben so wiegt ein Kubikfuß feines Gold in freier Luft 1414 Pfunde und im Regenwasser verliert es auch nur 72 Pfunde, so, daß alsdann sein Gewicht noch 1342 Pfunde beträgt.

Hieraus gehet nun schon zur Genüge hervor, daß jeder Körper in den flüßigen Materien desto mehr von seinem Gewicht verliere, je geringer seine Dichtigkeit ist. Reines Gold verliert nämlich nur etwa den neunzehnten Theil von seinem Gewicht im Regenwasser, da im Gegentheile

theils das Blei beinah den eilften Theil von dem seinigen darin verlieret. Silber verliert noch mehr, indem ein Kubikfuß dieses Metalles, wenn es rein ist, in der freien Luft 740, im Regenwasser hingegen nur 668 Pfunde wiegt, folglich beinah den zehnten Theil seines Gewichtes verlieret. Ja das Ebenholz verliert im Regenwasser sogar weit mehr als die Hälfte seiner Last, indem das Gewicht eines Kubikfußes desselben in der freien Luft 94, im Regenwasser hingegen nur 22 Pfund beträgt. Endlich verlieren auch viele Körper im Wasser ihr Gewicht gänzlich und sinken mithin darin gar nicht unter.

Dadurch nun, daß man untersucht hat, wie viel die Körper und Materien, die in Ansehung ihrer Dichtigkeit verschieden sind, im Regenwasser von ihrem Gewicht verlieren, dadurch hat man das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte oder ihrer Dichtigkeiten selbst sehr genau bestimmt, und es ist leicht zu erachten, daß diese Bestimmung vielen Menschen zum großen Vortheil gereiche. Man hat nämlich gefunden, daß das feinste Gold über neunzehen mal, die Platina ein und zwanzig mal, das Kupfer acht mal, das Eisen sieben mal, das Quecksilber vierzehen mal mehr, die Luft hingegen acht hundert

dert mal weniger eigenthümliches Gewicht habe, als das Regenwasser, und eben so hat man auch das eigenthümliche Gewicht fast aller übrigen bekannten Materien überaus genau bestimmt und in Büchern aufgezeichnet.

Wenn also ein Körper, indem er hinter-taucht, genau sein ganzes Gewicht verlieret: so hat er gerade so viel eigenthümliches Gewicht, als das flüßige Wesen selbst, worin er sich befindet, und kann daher in ihm weder zu Boden sinken, noch in die Höhe steigen, sondern muß allenthalben stehen bleiben, wohin man ihn stößt. Hat aber ein Körper sogar noch weniger eigenthümliches Gewicht, als die flüßige Materie, worein man ihn versenken will: so kann er nicht einmal gänzlich untertauchen, sondern muß auf ihrer Oberfläche schwimmend sich erhalten, man müßte ihn denn mit Gewalt hinnab stoßen, und in diesem Falle bleibt er dennoch nicht unten liegen, sondern wird augenblicklich wieder gegen die Oberfläche in die Höhe gehoben. Ein parisischer Kubikfuß Kork zum Beyspiele wiegt in freyer Luft nur etwa siebzehen Pfunde, und müßte also, wenn er gänzlich untertauchen sollte, einen Kubikfuß oder 72 Pfund Wasser aus der Stelle vertreiben. Das kann er aber nicht,

weil

weil sein Druck nur siebzehen Pfunden gleich ist, und eben darum kann er nicht gänzlich eintauchen, das heißt, er schwimmt. Nämlich der eingetauchte Theil ist hier nur so groß, als derjenige Raum, welchen siebzehen Pfund Wasser erfüllen, und beträgt mithin weniger noch, als den vierten Theil eines Kubikfußes, weil 17 in 72 über 4 mal enthalten ist. Alles dieses gilt nun wie leicht zu erachten, überhaupt von allen schwimmenden Körpern; denn jeder verjagt allemal, nur so viel von dem flüßigen Wesen, worauf er schwimmt, als er selbst wiegt, und hieraus läßt sich auch begreiffen, warum einige schwimmende Körper viel, andere nur wenig über die Oberfläche des flüßigen Wesens, worauf sie schwimmen, empor ragen.

Braunspan, Fernambuk, Aloeholz, Mahagony, Guaiakholz, altes Eichenholz, und verschiedene andere Holzarten fallen alle im Regenwasser, ja zum Theil auch selbst in dem noch dichterm Meerwasser zu Boden, weil sie mehr eigenthümliches Gewicht als dergleichen Wasser besitzen. Aber auch alles übrige Holz, welches in großen Stücken sonst auf dem Wasser zu schwimmen pflegt, sinkt in ihm unter, sobald man es in sehr kleine Theilchen, zum Beyspiel

in

in Sägespäne zertheilt, weil alsdann das Wasser in die feinen Luftröhren und Poros derselben eindringen, folglich die darin enthaltene Luft herausjagen kann; denn an sich ist alles Holz, in sehr kleinen Theilchen genommen, von einer dichtern Art, als Wasser, und es pflegt in grössern Stücken nur wegen seiner vielen Poren, oder wegen der darin befindlichen Luft zu schwimmen.

Das im übrigen ein und eben derselbe Körper auch desto mehr von seinem Gewichte verliere, je dichter das flüßige Wesen ist, worein man ihn versenkt, solches ist aus dem vorhergehenden ebenfalls klar genung, und ich brauche Euch dieses wohl nicht erst ausdrücklich zu sagen, sondern will nur noch hinzufügen, daß eben darum ein ungesottenes Ei auf guter Lauge schwimmt, in reinem Wasser hingegen zu Boden sinkt, wie auch, daß im Quecksilber weiter keine Materie zu Boden fällt, als Platina und Gold; indem die übrigen Metalle und Steine alle darauf schwimmen, da weder Silber noch Kupfer, weder Blei noch Eisen, und noch viel weniger Zinn an Dichtigkeit ihm gleich kömmt.

Auch darf ich nicht erst erinnern, daß man metallene Körper nur inwendig aushölen, oder mit

mit Kork und andern leichten Körpern verbinden darf, um zu machen, daß auch sie auf dem Wasser schwimmen: denn dieß folgt nicht nur gleichfalls unmittelbar aus dem Satze, daß jeder Körper so viel von seinem Gewicht verliert, als das flüßige Wesen wiegt, welches der eingetauchte Theil des Körpers aus der Stelle, die er einnimmt, vertrieben hat; sondern Ihr habt auch selbst schon öfter gesehen, daß irdene oder zinnerne Schüsseln wirklich schwimmen, so lange sie leer bleiben, indem sie bekanntlich nur dann erst sinken, wann sie Wasser schöpfen. Daher werdet Ihr Euch auch gar nicht wundern, daß man Kähne aus Eisen- oder Kupfer-Blech bauet, und sie eben so belastet, wie die hölzernen, oder daß man Balken darauf bevestigt, und auf solche Weise große Brücken über tiefe Flüsse schlägt, welche den Namen der Schiffbrücken führen.

Also ist gedachter Satz; daß alle Körper so viel von ihrem Gewichte verlieren, als der Theil des flüßigen Wesens wiegt, welchen sie aus der Stelle vertreiben, die sie darin einnehmen, allerdings von großer Wichtigkeit, und kann im gemeinen Leben oft mit großem Vortheil angewandt werden.

Denn

Denn fürs erste leistet er vorzüglich denen, die dem Schiffsbaue vorstehen, großen Nutzen, indem sie daraus berechnen können, wie die Gestallt und Größe der Schiffe beschaffen seyn muß, wenn man bestimmte Lasten hinnein laden, und sie vor der Gefahr zu sinken, oder umzufallen, in Sicherheit setzen will.

Fürs zweite giebt er auch Mittel an die Hand, durch deren Hilfe man große Lasten von bedeutendem Werthe aus der Tiefe des Meeres auf eine leichte Art empor heben kann. Auf manchen Schiffen und in den Seehäfen hat man nämlich große Glocken, die man Täucherglocken nennt, und welche gewöhnlich aus Blei bestehen, mithin mehr Gewicht haben, als ein gleich großer Raum voller Meerwasser, daher sie denn auch darin untersinken, obgleich in ihrem innern Raume Luft enthalten ist. Am untern Rande einer solchen Glocke ist ein Bret bevestiget, und auf dasselbe sezt sich ein Mensch, welcher also in ihr auf den Meeresgrund mit hinnabfähret, wenn sie an einem Seile hinnabgelassen wird. Athmen kann er in derselben: denn die Luft, welche ihren innern Raum erfüllet, und in welcher sich wenigstens der obere Theil seines Körpers befindet, gehet zugleich mit in das Was-

ser hinnab, weil sie nirgends heraus kann, ausgenommen, wenn man sie mit Fleiß herauslassen, und frische dafür hinnein ziehen will, da sie dann ihren Weg durch Röhren oder Schläuche nimt, welche von der Glocke bis an die Oberfläche des Meeres herauf reichen. Auf dem Grunde des Meeres bevestigt sodann der Täucher starke Seile oder Taue an die versunkenen großen Körper, und läßt sich sofort wieder herauf ziehen. Die obern Enden dieser Taue werden hierauf, wann das Meer am niedrigsten stehet, das heißt, wann Ebbe ist, um leere Boote geschlungen, und straf angezogen. Kömmt nun die Fluth: so steigt bekanntlich das Meer beträchtlich, und hebt gedachte Boote auch mit in die Höhe, welche dann die daran gebundene Lasten ebenfalls heben, und sie solchergestalt vom Grunde losmachen, worauf man sie gar leicht vollends durch das Wasser bis an den Strand schief herauf ziehen kann, weil sie das Wasser selbst mit heben hilft.

Fürs dritte kann man auch vermöge des gedachten Satzes bestimmen, wie viel Gold oder Silber in einem Körper enthalten ist, welcher aus einer Mischung dieser beiden Metalle bestehet. Wie man dieses anfangen muß, oder die

Art

Art und Weise dieser Bestimmung, hat zuerst **Archimedes**, ein berühmter Gelehrter, welcher ohngefähr vor zwei tausend Jahren zu Syrakusa lebte, der Welt bekannt gemacht, und hiedurch der ganzen wichtigen Lehre vom Gleichgewicht flüßiger und vester Materien das Daseyn gegeben, so, wie er auch der Erfinder noch verschiedener anderer höchstnützlicher Erfindungen ist. Sein König, **Hiero**, sagen die Geschichtschreiber, hatte sich eine Krone machen lassen, und hiezu dem Goldschmiede achtzehen Pfund Gold gegeben. Dieser hatte aber, wie **Hiero** glaubte, einen beträchtlichen Theil davon behalten, und Silber dafür hinzugesezt, welches der König sehr übel nahm, daher er dem **Archimedes** befahl, zu erforschen, wie viel Gold zur Krone genommen worden sey, ohne daß er ein Stücke davon abschlagen und es chemisch, wie man sonst gewöhnlich verfährt, scheiden durfte, weil dadurch die Krone einigen Schaden gelitten hätte. **Archimedes** wußte nun anfänglich nicht, wie er es anfangen sollte, diesen Befehl seines Königs zu erfüllen, und gieng tiefdenkend hierüber ins Bad, weil man sich damals in Sicilien täglich zu baden pflegte. Hier nahm er nun zum ersten male mit Aufmerksamkeit wahr, daß er immer mehr und mehr von

seinem Gewichte verlohr, je tiefer er sich in das Wasser eintauchte, bis es ihn endlich gar hob, so, daß er beinah umgefallen wäre. Ein Genie, wie er, mußte nun freilich sogleich die Ursache dieser Begebenheit entdecken, und hieraus den Schluß ziehen, daß nicht nur sein eigener, sondern überhaupt ein jeder Körper im Wasser eben so viel von seinem Gewicht verliere, als der Theil des Wassers wiegt, welcher von dem untergetauchten Körper verdrängt wird. Er gieng also sofort zum Könige und meldete ihm, daß er die Auflösung des gegebenen Problems gefunden habe. Hierauf untersuchte er mit einer genauen Waage, wie viel achtzehen Pfund gutes Gold, und wie viel eben so viele Pfund reines Silber im Wasser verlohren, und sah, daß diese um anderthalb Pfund, jene aber nur um ein einziges leichter wurden. Endlich senkte er auch die Krone, die gleichfalls achtzehen Pfund wog, in das nämliche Wasser, und nahm wahr, daß ihr Verlust an Gewicht ein Pfund und ein Drittheil betrug, woraus er dann vermittelst einer kurzen Rechnung sich überzeugte, daß der Goldschmied nur sechs Pfund Gold zur Krone genommen hatte, indem die übrigen zwölf Pfund aus dem hinzugesezten Silber bestanden.

Aber freilich ist eine solche Probe nur bei Mischungen, die aus Gold und Silber bestehen, anwendbar. Denn aus einem Kubikzolle Gold und einem Kubikzolle Silber entstehet, wenn man beide zusammen schmelzt, allerdings ein Stücke Metall, welches genau zwei Kubikzolle beträgt. Beide zusammen wiegen also mehr als zwei Kubikzoll Silber, aber weniger, als zwei Kubikzoll Gold, und müssen also im Wasser von ihrem Gewicht nothwendig einen größern Theil, als zwei goldene Würfel von dieser Größe, und einen kleinern Theil, als zwei dergleichen silberne Würfel verlieren. Aber ein kupferner Würfel, dessen Größe ein Zoll ist, giebt, mit einem zinnernen von eben der Größe zusammen geschmolzen, weniger, als zwei Kubikzoll, weil beide Metalle sich während ihrer Vermischung verdichten. Das nämliche findet auch Statt, wenn man Silber mit Zinn, und Kupfer mit Silber vermischt. Eisen und Zinn hingegen, desgleichen auch Zinn und Gold, oder Gold und Kupfer, lockern gleichsam durch ihre Vermischung einander auf, so, wie überhaupt jedes unedlere Metall durch Beimischung eines andern entweder mehr oder minder dicht wird, als es vorher ist.

Aus diesem Grunde kann man obige Probirmethode auf sie nicht, wie auf Gold und Silber, anwenden, fügte Philalethes noch hinzu, womit er seine beiden jungen Freunde für heut entließ.

---

# Zwölfte Unterhaltung.

## Von den vornehmsten Eigenschaften der Luft.

Wir kommen nun auf die wichtige Lehre von den Eigenschaften der Luft, begann Philalethes, als Amalia sich mit ihrem Bruder zur gewöhnlichen Stunde, die den Betrachtungen der Natur gewidmet war, wieder bei ihm einfand, und fuhr in seinem Vortrage folgendergestallt fort.

Gleichwie die Dotter in einem Ei mit Eiweiß allenthalben umgeben ist: eben so ist auch unser Erdball allerwärts mit Luft umhüllet. Als ein flüßiges Wesen dringt sie in die kleinsten Räumchen, welche irgendwo eine Oefnung haben, und nicht mit andern Materien angefüllet sind, so lange ein, bis dieselbe inwendig eben

so dicht ist, als außen herum. Ohne sie können wir auch nicht leben. Denn sie dringt in unsere Lungen, indem wir athmen, und erfrischet unser Blut, welches, wie ich Euch schon oft gesagt habe, dieses große Lebensorgan stets in außerordentlicher Menge durchströmt, und hier die edlern Theile der eingeathmeten Luft, welche den Geist aufheitern, dem Leibe hingegen eine angenehme Leichtigkeit ertheilen, gleichsam einsaugt, und inniglich mit sich vermischt, woraus zugleich abzunehmen, warum uns die reine Luft auf dem freien Felde weit besser behagt, als die in den engen Winkeln volkreicher Städte, wo sie gedachten Balsam des Lebens aus vielerlei Ursachen fast immer größtentheils verlohren hat. Wir genießen zwar auch täglich in den Speißen und Getränken eine Menge Luft, indem nicht nur die sichtbaren kleinen Höhlen des Brodes und mancher anderer Speißen, sondern auch die unsichtbaren Poren des Wassers, des Weins, des Bieres, des Fleisches und aller Früchte damit angefüllet sind: allein diese Luft unterscheidet sich von jener reinen Luft, welche wir im freien athmen, in vielen Stücken gar sehr, und ist unserer Gesundheit zuweilen mehr schädlich als nützlich. Man pflegt sie veste oder fixe Luft zu nennen, weil sie in den gedachten Poren der

gröbern Materien gleichsam gefangen liegt, oder bevestiget ist, und nicht eher frei wird, als bis man ihre kleinen Gefängniße zerstöret, welches anders nicht, als durch die Auflösung, wodurch die kleinsten Theilchen aller Materien getrennt werden, geschehen kann. Auch giebt es überaus verschiedene Arten dieser bevestigten Luft, und von diesen verschiedenen Luftarten wollen wir uns nächstens auch das Nöthige bekannt zu machen suchen.

Ohne atmosphärische Luft kann sogar kein Grashelm, geschweige eine größere Pflanze wachsen; denn in ihr liegt vorzüglich diejenige Kraft verborgen, welche das Wachsthum bewirkt, und eben darum verderben sie auch sehr bald, wenn man ihnen die Luft entziehet. Kein einziges Thier, und wenn es auch der kleinste Wurm wäre, vermag ohne Luft zu leben. Selbst die Fische können sie nicht gänzlich entbehren; denn diese sind, wie bekannt, mit Luftblaßen versehen, die sie allemal ein wenig zusammendrücken, so oft sie sich in die Tiefe des Wassers begeben wollen, da sie dann sogleich wieder in die Höhe kommen, sobald sie aufhören, die Luft in ihren Blaßen zusammen zu drücken.

Wenn

Wenn die Fische matt werden, versezte Karl: da gehen sie nicht mehr zu Boden, und dieses kömmt also wohl daher, weil sie sodann nicht mehr Kraft genug haben, ihre Luftblaßen gehörig zusammen zu pressen?

Allerdings, erwiderte Philalethes; denn der weise Schöpfer hat sie dergestallt geschaffen, daß ihr eigenthümliches Gewicht allezeit etwas grösser ist, als das eigenthümliche Gewicht des Wassers, so oft sie ihre Luftblaßen zusammen pressen, da es im Gegentheil allemal um ein weniges geringer wird, so oft sie ihre Luftblaßen wieder erweitern. Mithin müssen sie vermöge des hydrostatischen Gesetzes, das wir uns ohnlängst bekannt gemacht haben, im leztern Falle allerdings oben schwimmen, und im leztern tief untertauchen.

Also läßt sich die Luft wohl zusammen drücken, fragte Amalie.

Freilich, erwiderte Philalethes, und sie dehnt sich auch sogleich wieder in ihren vorigen Raum aus, wenn der Druck nachläßt. Wie könnte man auch sonst mit einer Windbüchse wie mit einer Flinte schießen, wenn sie sich nicht zusammen pressen ließe, und sich nicht sodann mit großer

Gewalt auszudehnen bestrebte. Man pflegt, wie ich schon längst gesagt habe, dieser Eigenschaft einiger Körper und Materien den Namen der Elasticität beizulegen. Da nun die Luft diese Eigenschaft in einem überaus hohen Grade besitzt, indem sie sich allezeit eben so stark wieder ausdehnt, als man sie vorher zusammen gedrückt hat: so sagt man, sie sey im höchsten Grade elastisch.

Fragt Ihr, aus welcher Ursache sich denn die Luft so erstaunlich auszudehnen bestrebt: so muß ich abermals bekennen, daß ich das nicht mit Gewißheit anzugeben weiß, und Ihr werdet auch leicht erachten, daß überhaupt kein Mensch etwas zuverläßiges davon behaupten kann. Wahrscheinlich aber ist es, daß die kleinsten Theilchen der Luft zwar wie die Theilchen aller andern Materien von der Schwere gegen die Mitte der Erdkugel getrieben werden, aber einander nicht anziehen, wie etwa die kleinsten Theilchen anderer Materien, sondern einander von sich stoßen, und mithin einander nie berühren, vielmehr immer in einiger Entfernung von einander beharren. Diese sehr kleine Entfernung wird nun zwar noch immer desto kleiner, je mehr man die Theilchen selbst gegen einander

preßt: aber so nahe, daß diese Theilchen einander berühren und gleichsam eine harte Masse bilden, die sich gar nicht weiter zusammen pressen läßt, so nahe kann man sie durch keine Kraft, welche wir in unserer Gewalt haben, an einander drücken. Doch ich will Euch diese Sache, der Deutlichkeit wegen, durch ein Bild erläutern.

Nämlich dieses Bild, Tab. VIII, Fig. 1, mag eine metallene Röhre, zum Beispiele ein Stück von einem Flintenlaufe vorstellen, der an dem einem Ende bei K vest verschlossen, am andern hingegen offen, folglich mit Luft angefüllet ist. Vermittelst eines Kolbens, welcher mit starken, in warmen Schweinefett eingeweichten ledernen Ringen umgeben ist, läßt sich nun die darin enthaltene Luft so genau einschließen, daß nichts davon heraus fahren kann, weil sie weder durch Metall, noch durch solches Leder zu dringen vermag. Gesezt nun, diese Luft sey jezt noch nicht zusammen gepreßt: so werden ihre Theilchen noch eben so weit von einander abstehen, als die Theilchen der äußern Luft, welche die Röhre allenthalben umgiebt. Mithin würde sich auch diese Luft jezt nicht ausdehnen, wenn man auch gedachten Kolben nicht auf sie setzen,

folg-

folglich ihr den Weg nicht versperren wollte; denn ihr widerstehet immer noch die äußere Luft, welche eben so dicht ist, als die Luft in der Röhre selbst, und also auch so viel Spannung oder ausdehnende Kraft hat, als diese. Stößt man aber den Kolben an seiner Stange N gegen den Boden der Röhre hin: so werden die Theilchen der darin enthaltenen Luft immer näher und näher aneinander gedrängt, je tiefer man den Kolben hinnein drückt, und zwar darum, weil der Raum, den sie erfüllen, dadurch immer kleiner gemacht wird, und weil sie nirgends heraus fahren können. Hier, Fig. 2, ist der Raum, den gedachte Lufttheilchen einnehmen, nur halb so groß, als in der ersten Figur, weil der Kolben K bis zur Hälfte hinnein gestoßen ist, und weil die Röhre in beiden Figuren nicht nur einerlei Weite sondern auch einerlei Länge hat. Folglich befinden sich in dem halben Raume, noch eben so viele Lufttheilchen, als in dem ganzen: aber dafür liegen sie auch jetzt viel näher bei einander, als vorher, welches, da ich sie in Gestallt kleiner weißer Kügelchen hergezeichnet habe, sogleich der Augenschein lehret. Mithin hat nun die Luft im halben Raume eine doppelte Dichtigkeit, indem sie vorher in dem ganzen nur einfach war. Wollte man diesen Raum vier oder

acht mal kleiner machen: so würde die darin eingeschlossene Luft vier oder acht mal dichter werden, und so weiter.

Aber je tiefer der Kolben hinnein gestoßen, und je dichter dadurch die Luft in dem Cylinder zusammen gepreßt wird, desto stärker widerstehet sie: ja sie stößt sodann den Kolben von sich selbst wieder zurücke heraus, wenn man die Kolbenstange fahren läßt, ohngeachtet er sehr genau in den Cylinder oder in die Röhre paßt, und sehr strenge gehet, woraus also leicht abzunehmen, daß die Spannung der Luft immer desto größer werde, je dichter man sie zusammenpreßt.

Schraubt man an diese Röhre, die man eine Kompressionsmaschine zu nennen pflegt, ein starkes metallenes Gefäß, welches an seiner Oeffnung bey A, Tab. VIII, Fig. 3, mit einem Ventile versehen ist: so kann man eine große Menge Luft in dasselbe hinnein pressen, und sie folglich darin ebenfalls gar sehr verdichten, mithin ihre Spannung außerordentlich verstärken. Wenn sich nämlich der Kolben anfänglich bei B befindet: so muß die ganze Röhre mit Luft angefüllet seyn, weil sie durch das kleine Loch bei C ungehindert hinnein fahren, und mithin die Röhre erfüllen kann. Stößt man aber den Kolben

ben gegen das Gevåße hinnein: so kann sie keinesweges durch dieses kleine Loch wieder heraus; denn der Kolben verschließt es augenblicklich. Daher kann sie nun keinen andern Weg nehmen, als in das Gevåße selbst, indem sie das Ventil bei A zurücke treibt und so durch die dadurch entstandene Oeffnung hinnein gepreßt wird. Jezt ziehet man zwar den Kolben wieder zurück: aber aus dem Gevåße kann die Luft nicht nachfolgen; denn die Spiralfeder des Ventils drückt nun den Stöpfel augenblicklich wieder in die Oeffnung hinnein, und auf diese Weise wird ihr der Ausgang vollkommen versperret. Beim Zurückziehen des Kolben entstehet in der Röhre ein leerer Raum, welcher sofort aufs neue mit Luft angefüllet wird, indem der Kolben über das gedachte kleine Loch bei C zurücke kömmt. Diese aufs neue von außen hinnein gedrungene Luft läßt sich wieder, wie vorhin, in das Gevåße pressen, ja man kann dieselbe Arbeit wohl zwanzig und mehr mal wiederholen, wenn die Gevåße stark genug sind, um die dadurch sehr verstärkte Spannung der hinein gepreßten Luft auszuhalten. Ein solches metallenes Gevåße befindet sich daher auch in dem Kolben einer Windbüchse, so, daß gedachtes Ventil vermittelst einer am Hahne der Windbüchse angebrachten sehr starken Stahlfe-

der

der auf einen Augenblick geöffnet wird, wenn man den Hahn losdrückt. Alsdann fährt aber auch ein Theil der darin eingeschlossenen Luft plötzlich mit großer Gewalt heraus, und wirkt fast eben so, wie Schießpulver, indem sie eine kleine in den Lauf geladene Kugel mit unglaublicher Geschwindigkeit heraus treibt, nur daß man dabei keinen so starken Knall, sondern bloß einen schwachen Schlag höret.

Aber ich begreiffe nur noch nicht, versezte Karl, wie die Luft allemal sogleich wieder in gedachte Kompressionsmaschine fahren kann, wenn man den Kolben zurücke gezogen hat?

Warum nicht? versezte Philalethes. Wenn man eine Flasche, worin kein Wasser ist, und worin auch sonst nichts zu seyn scheint, unter Wasser taucht: so fällt ja dieses auch vermöge seiner Schwere durch den Hals derselben hinnein. Man nimmt zwar dabei wohl wahr, daß dennoch etwas in der Flasche ist, nämlich Luft, welche so lange in Gestallt kleiner Blasen aus der Flasche durch das Wasser aufsteigt bis diese voll ist: aber das Eindringen des Wassers kann diese Luft keinesweges verhindern, weil sie viele hundert mal weniger dicht ist, und mithin weit weniger eigenthümliches Gewicht besitzt, als

Wasser,

Wasser, welches daher, wie Ihr noch aus unsern vorhergehenden Betrachtungen wisset, in der Luft stets zu Boden sinkt, und mithin sie auch aus einem Gefäße, wegen ihres größern Gewichts, nothwendig heraus treibt, wenn die Oeffnung dieses Gefäßes nur so weit ist, daß Luft und Wasser einander ausweichen können. Nun ist aber die Luft eben so flüßig, als Wasser: folglich ist klar, daß auch sie vermöge ihres Gewichtes durch jede Oeffnung in ein Gefäße, worin gar nichts ist, fallen muß. Ueberdieses ist aber auch die Luft, wie gesagt, ganz erstaunlich elastisch. Vermöge ihrer Elasticität aber bestrebt sie sich beständig, sich auszudehnen, und sie dehnt sich auch wirklich stets dahin aus, wo sie einen offenen Raum findet, worin keine Luft und sonst auch weiter nichts enthalten ist: ich sage, sie strömt in einen solchen Raum nothwendig so lange hinnein, bis sie inwendig eben die Dichtigkeit und mithin eben die Spannung erlangt, welche die äußere besizt.

Woher weiß man denn, fragte Amalie, daß die freie Luft, welche wir athmen, sich auch ausdehnet. Ich glaubte vorhin, diese Ausdehnung wäre nur von zusammen gepreßter Luft zu verstehen?

Am offenbaresten weiß man es, versezte Philalethes, aus den Versuchen, die mit der sogenannten Antlia oder Luftpumpe gemacht worden sind, und noch täglich gemacht werden.

Von der Luftpumpe habe ich auch sonst schon reden gehört, unterbrach ihn Karl, und sezte hinzu, sie müsse wohl ein sehr nützliches Geräthe seyn, da sie, wie er bereits oft vernommen, zu vielen schönen Entdeckungen gedient habe.

Hier habe ich ein Bild von ihr entworfen, fuhr Philalethes fort, nach welchem Ihr Euch eine sinnliche Vorstellung von ihren Theilen und ihrem Gebrauche machen könnet. Es giebt aber hauptsächlich zwei verschiedene Arten derselben: nämlich die liegende, Tab. VIII, Fig. 4, und die stehende, Fig. 5. Wir wollen die liegende zuerst betrachten.

Der vornehmste und wesentlichste Theil derselben bestehet in einem hohlen mössingenen Cylinder AB, welcher inwendig recht glatt und gleich seyn muß, auf daß der Kolben, welcher mit starken, in lauem Schweinefett eingeweichten ledernen Ringen umgeben, und mit einer gezähnten Stange AE versehen ist, vermöge des

Kreuzes K sich recht gedrängt allerwärts darin hin und her winden läßt. Denn die Welle oder Axe dieses Kreuzes ist wie ein Getriebe gebildet, welches mit seinen Triebstöcken zwischen die Zähne der Kolbenstange eingreifft, und sie solchergestalt fortschiebt, wenn man das Kreuz umdrehet. Gewöhnlich ist ein solcher Cylinder etwa drei Fuß lang, und ohngefähr vier Daumenbreiten im Durchmesser dick: man kann ihn aber auch nach Belieben etwas größer oder kleiner machen lassen. An seine vordere Mündung ist ferner eine möſſingene Röhre AM gelötet, welche mit einem Hahne C versehen ist. Dieser Hahn ist nach einer doppelten Richtung durchbohret: erstlich quer durch, wie andere Hähne, und sodann auch schief aufwärts. Er hat also nicht nur an seinem obern Ende eine Oeffnung, die man mit einem eingeschmergelten Stöpsel H nach Belieben verstopfen und öffnen kann, sondern er ist auch unten bei R mit einem Querloche versehen, welches, wenn man ihn umdrehet, genau auf die Höhlung der Röhre AM paßt. Endlich ist gedachte Röhre bei M durch den Fuß des Tellers P in die Höhe gebogen, indem sie sich auf der Mitte dieses Tellers mit ihrer offenen Mündung endigt.

Wenn

Wenn man nun an dem Rande dieses Tellers einen mit Fett getränkten ledernen Ring herum legt, und ein luftdichtes gewölbtes Gefäß, zum Beispiel eine gläserne Glocke, darauf setzt: so kann man die Luft beinahe gänzlich unter ihr hinweg nehmen, wie ich sogleich zeigen will.

Wenn nämlich, der Hahn nicht nur zugedrehet, sondern auch oben bei H genau verstopft ist: so entstehet in dem Cylinder, sobald man den Kolben von A nach B heraus windet, nothwendig ein luftleerer Raum; denn aus der Glocke kann darum keine Luft in ihn herüber fahren, weil ihr der Hahn bei R den Weg versperret, und von Außen kann darum keine hinnein dringen, weil die andere Oeffnung des Hahns bei H ebenfalls genau verstopft ist, und weil sie sonst nirgends einen Weg in dessen Höhlung findet. Hat man aber den Kolben bis nach B heraus gewunden und auf solche Weise die ganze Höhlung des Cylinders luftleer gemacht: so drehet man den Hahn an dem Handgriffe C herum, um ihr den Weg aus der Glocke in den Cylinder frei zu lassen, worauf sie sich augenblicklich dahin ausdehnet, und mit einem merklichen Geräusch zum Theil durch diese Oeffnung in die Höhle des

Cylinders hinnüber fähret, weil daselbst ihrer ausdehnenden Kraft gar nichts widerstehet. Auf diese Art breitet sich die Luft, welche vorher unter der Glocke allein enthalten war, zugleich auch durch den ganzen innern Raum des Cylinders aus, und ist mithin nun schon viel dünner oder lockerer, als vorher. Hierauf drehet man den Hahn wieder zu, und, nachdem der Stöpsel H heraus gezogen worden, windet man den Kolben wieder von B bis A hinnein; denn so kann die Luft, welche beim Herauswinden des Kolbens aus der Glocke in den Cylinder herüber strömte, keinesweges wieder unter die Glocke zurücke kehren, sondern wird vielmehr durch die Oeffnung bei H ins Freie heraus getrieben. Dann verstopft man diese Oeffnung aufs neue, um den Kolben zum zweiten male heraus zu winden, und solchergestallt im Cylinder wieder einen luftleeren Raum zu machen, wohin sich die schon verdünnete Luft, welche nach dem ersten Zuge noch unter der Glocke zurücke geblieben ist, abermals augenblicklich ausbreitet, sobald man den Hahn wieder öffnet. Nun wird er zum zweiten male gegen die Glocke hin verschlossen und oben geöffnet, auf daß der Kolben zum zweiten male hinnein gewunden, und jene Luft, welche nach dem zweiten Zuge in den Cylinder herüber getreten ist,

ist, heraus getrieben werde. Auf solche Weise kann man diese Arbeit so oft wiederholen, als man will, und hiedurch wird nach zwanzig oder dreißig Zügen die innere Luft so dünn, daß man sie für gar nichts mehr achten, mithin die Höhle der Glocke ohne alles Bedenken für einen gänzlich luftleeren Raum halten kann.

Aber mit einer solchen Antlia ist es mühsam, einen luftleeren Raum zu machen, weil man den Hahn bei jedem Zuge nicht nur hinnum und herum drehen, sondern auch seine obere Oeffnung verstopfen und öffnen muß. Daher ist man bald nach Erfindung dieses vortreflichen Werkzeuges bedacht gewesen, dasselbe auf eine Art einzurichten, wo alles weit geschwinder und mit mehr Bequemlichkeit von Statten gehet.

Statt eines einzigen mössingenen Cylinders nimmt man nämlich deren zwei, welche vertikal stehen, wie an diesem Bilde, Tab. VIII, Fig. 5, zu sehen ist, wo sie mit BM und BM bezeichnet sind. Oben bei B sind sie offen, unten bei M hingegen haben sie starke Boden, die mit Ventilen versehen sind. Ein solches Ventil bestehet aus einem kurzen Stückchen Mössing, welches auf den Boden vestgelötet, und mit einer engen Oeffnung, die durch den Boden hindurch

 führet,

führet, versehen ist. Bindet man nun ein Streifchen von einer dünnen und weichen Lammsblase über die innere Oeffnung, so, daß es auf derselben glatt und straf anliegt: so kann zwar die Luft von unten herauf hindurch fahren, weil sie das weiche Blasenstreifchen ein wenig hebt, und sich auf diese Weise den Weg selbst öffnet, aber zurück kann sie nicht wieder, weil sich sodann das gespannte Blasenstreifchen sogleich wieder auf das gedachte kleine Loch legt, und ihr mithin den Rückweg verschließt. Unter den Ventilen haben aber die Cylinder kleine Oeffnungen, worauf die mössingnen Röhren MO und MO passen, welche sich in O mit einander vereinigen, und alsdann nur eine einzige ausmachen, die mit ihrer offenen Mündung bis in den Teller P hinnauf reicht. Ueber den beschriebenen Ventilen gehen in den Cylindern die Kolben, welche eben so beschaffen sind, wie die vorher erwähnten, nur daß in ihnen sich auch solche Ventile befinden, wie die untern sind. Was die Kolbenstangen KQ und KD betrift: so sind sie ebenfalls mit Zähnen versehen, welche zwischen die Zähne eines kleinen, aber starken Rades eingreifen, das in dem Aufsatze bei A verborgen liegt.

Wenn man daher den Schwängel bei seinem Handgriffe R hin und her schwingt, mithin

das

das Rad bald links bald rechts drehet: so windet man allemal zugleich den einen Kolben herauf, den andern hinnunter. Steigt nun der eine Kolben Q in die Höhe: so entstehet zwischen M und Q ein luftleerer Raum, gegen welchen sich die Luft aus der Glocke P durch die Röhre hinnab ausdehnt, folglich das Blasenstreifchen bei M ein wenig hebt, und in den entstehenden leeren Raum MQ eindringt. Windet man aber den Kolben wieder hinnunter, wie zum Beispiele den bei D: so verschließt sich das untere Ventil, indem nun die zwischen D und M zusammengepreßte Luft, welche vorher durch das untere Ventil aus der Glocke in den Cylinder getreten war, das obere im Kolben befindliche Ventil öffnet, und mithin daselbst heraus ins Freie fähret. Nun kann man aber den Schwängel einer solchen stehenden Antlia ungemein geschwind regiren: und mithin läßt sich durch Hilfe derselben die Luft aus einer Glocke allerdings weit geschwinder auspumpen, als mit jener liegenden, die wir uns vorhin bekannt gemacht haben; denn bei der liegenden tritt keine Luft aus der Glocke, indem der Kolben hinnab gewunden wird, bei dieser stehenden hingegen gehet beim Hinnab- und Herauf-winden eines Kolbens ein Theil derselben heraus.

Mit welcher Antlia man aber auch immer den luftleeren Raum gemacht haben mag: so lassen sich doch darin jedesmal, vermittelst besonderer Vorrichtungen, mancherlei artige Versuche anstellen, welche da ganz anders als in der Luft ausfallen.

Schießpulver, zum Beispiele, läßt sich in der Luft vermittelst eines Brennglases leicht entzünden, im luftleeren Raume hingegen nie, indem es da nur zusammen schmelzt, wenn man koncentrirte Sonnenstralen darauf leitet. Es raucht zwar dabei ein wenig: aber dieser Rauch steigt nicht in die Höhe, wie in der Luft, sondern bleibt unten auf dem Boden der luftleeren Glocke liegen.

Auf gleiche Art verlöscht auch die Flamme einer Kerze, die unter der Glocke stehet, augenblicklich, sobald man ihr die Luft entziehet, und hieraus gehet hervor, daß ohne Luft überhaupt gar kein Feuer brennen, gar keine Flamme zum Ausbruch kommen kann.

Mäuse, Frösche und andere Thiere springen anfänglich ängstlich in die Höhe und sterben sodann, wenn man sie unter die Glocke sezt, und ihnen die Luft entziehet.

Legt man eine zugebundene schlaffe Lamms- oder Schweins-Blase darunter: so schwillt sie desto heftiger auf, je dünner die Luft wird, von welcher sie unter der Glocke noch umgeben ist, ohngeachtet in der Blase selbst weiter keine Luft steckt, als diejenige, welche sich, da man sie unter die Glocke legte, etwa noch zwischen den Falten derselben verkrochen hatte. Sie, die Blase, fällt aber auch wieder von sich selbst zusammen, sobald man wieder Luft von Außen unter die Glocke läßt, welche dann sofort mit einem sehr hörbarem Geräusche hinnein dringt. Hieraus ist aber wiederum klar, daß auch diejenige freie Luft, welche uns umgiebt und also mit keiner Kompressionsmaschine zusammen gedrükt ist, sich immer desto weiter ausdehne, je dünner oder je lockerer diejenige wird, welche sie umhüllet, ja sie würde sich ohne Ende ausdehnen, wenn sie von weiter gar keiner andern Luft und auch sonst von gar keiner Hülle umgeben wäre.

Man hört ferner auch den Schall nicht, welchen schallende oder tönende Körper im luftleeren Raume machen, wenn sie weder die Glocke selbst, noch sonst einen elastischen Körper berühren, der diesen Schall bis zu unsern Gehörorganen fortpflanzen kann.

Endlich zeigen sich im luftleeren Raume noch sehr viel andere sonderbare Erscheinungen, welche ich, um nicht zu weitläuftig zu werden, bei weitem nicht alle beschreiben kann, und von welchen wir uns nur noch einige bei andern Gelegenheiten bekannt machen wollen.

Will man aber Statt jener gläsernen Glocken oder Kugeln eckige Flaschen auf gedachte Weise ausleeren: so zerspringen sie nach etlichen Auswindungen der Kolben mit einem großen Knalle, weil alsdann die darin verdünnte oder aufgelockerte Luft nicht mehr genug Spannung besitzt, um dem Drucke der äußern Luft, welche nun dichter und also auch stärker gespannt ist, als die innere, hinlänglich zu widerstehen. Die äußere bestrebt sich nämlich nun von allen Seiten mit großer Kraft in den leeren Raum einzudringen, welcher durch das Auspumpen entstehet, und muß also nothwendig die Gefäße zusammen drücken, wenn sie mit flachen Seitenwänden versehen, und nicht glocken- oder kugel-förmig gebildet sind, es wäre denn, daß man sie aus Kupfer oder Messing oder Eisen verfertigt, und so stark gemacht hätte, daß der Druck der äußern Luft sie nicht zerbrechen kann. Aber gläserne Glocken und Kugeln, deren man

sich

sich gewöhnlich bedient, weil sie durchsichtig seyn müssen, wenn man sehen will, was darin vorgehet, brauchen eben nicht sehr stark zu seyn. Denn diese widerstehen dem Drucke der äußern Luft vermöge ihrer gewölbten und runden Gestallt hinlänglich, indem überhaupt kein Gewölbe und kein runder hohler Körper leicht zerdrükt werden kann, wovon Ihr aber freilich den Grund noch nicht einzusehen im Stande seyd, weil einige mathematische Kenntnisse dazu erfoderlich sind. Allein, genug, daß wir jetzt wissen, die Sache verhalte sich wirklich so, wie sie hier erzählet worden ist.

Eingestürzt werden demnach dergleichen gewölbte gläserne Gefäße zwar nicht, aber doch so vest an den Teller der Antlia gedrükt, daß man sie davon nicht loszureißen vermag, man müßte sie denn in Stücken zerbrechen. Will man sie also unverschrt wieder hinweg nehmen: so darf man nur den vorhin beschriebenen Hahn bei C öffnen, da dann die Luft von Außen sogleich mit einem Geräusche in die Gefäße fähret, und sie wieder erfüllet, worauf man sie sofort ohne allen Widerstand mit einer Hand aufheben kann.

Der eigentliche Erfinder dieses nützlichen Werkzeugs, welches ganz ungemein viel zur Er-

weite-

weiterung unserer Kenntnisse der natürlichen Begebenheiten beigetragen hat, und noch beiträgt, war Otto von Guericke, welcher um die Mitte des leztverwichenen Jahrhunderts als Burgemeister zu Magdeburg lebte. Anfänglich war es freilich nicht so bequem eingerichtet, wie jezt: aber wesentlich war es von dem bereits beschriebenen gar nicht verschieden, und Freunde der Alterthümer können dasselbe jezt noch auf der Königlichen Bibliothek zu Berlin in Augenschein nehmen, wo es als eine große Merkwürdigkeit für die Nachwelt aufbewahret wird.

Otto von Guericke sezte mit seiner Erfindung beinahe das ganze Heilige Römische Reich in Erstaunen, indem er als Chur-Brandenburgischer Abgesandter auf dem Reichstage zu Regensburg im Jahre 1654 mancherlei merkwürdige Versuche den anwesenden großen Herren zeigte.

Er hatte sich nämlich zwei hohle Halbkugeln aus Mössing oder Kupfer gießen lassen, welche ohngefähr drei Viertel einer magdeburgischen Elle im Durchmesser hielten, und mit platten Rändern versehen waren, so, daß er sie genau zusammen passen und eine ganze hohle Kugel dadurch darstellen konnte, wie das Bild, Tab. VIII, Fig.

Fig. 6, zeigt. Zwischen gedachte platte Ränder legte er nun einen nassen ledernen Ring, und stürzte die Halbkugeln auf einander, um sie mit ihrem Hahne K an die Antlia zu schrauben und auszuleeren. Als dieses geschehen war, drehete er den Hahn zu, und schraubte die Halbkugeln ab, welche nun, wie Ihr leicht erachtet, sehr vest zusammen hiengen, weil sie von der äußern Luft mit großer Kraft an einander gedrükt wurden. Hierauf ließ er sechzehen Pferde kommen, und an jede Halbkugel deren acht anspannen. Diese waren dennoch nicht vermögend, gedachte Halbkugeln von einander zu reißen: aber sobald er den Hahn wieder öffnete, und mithin Luft hinnein ließ, dann fielen sie von sich selbst auseinander. Und ein paar andere solche ausgeleerte Halbkugeln, deren Durchmesser eine ganze Elle betrug, konnten sogar vier und zwanzig Pferde nicht von einander trennen, welche jedoch Guericke, sobald er Luft hinnein gelassen hatte, gleichfalls ohne Mühe voneinander nahm.

Ferner leerete er auch eine große küpferne Kugel rein aus, und bemerkte sodann an einer akkuraten Waage ihr Gewicht ganz genau. Hernach aber öffnete er den Hahn, und ließ die

Luft wieder hinnein, indem die Kugel noch an der Waage hieng. Sie sank nun sogleich nieder, und bekam also die Ueberwucht, zum augenscheinlichen Beweis, das ihr Gewicht beim Eindringen der Luft vermehret ward. Aber diese Vermehrung des Gewichts konnte von nichts weiter, als von der hinnein getretenen Luft selbst herrühren. Und hierdurch sind alle Gelehrte von Guericken überzeugt worden, daß die Luft schwer ist, und gewogen werden kann, welchen Satz man vorher gänzlich läugnete, indem man vielmehr den Gegensatz, daß nämlich die Luft nicht schwer sey, folglich gar kein Gewicht habe, sonnenklar erwiesen zu haben glaubte. Andere dergleichen merkwürdige Versuche, wodurch Guericke die Welt in Verwunderung sezte, wollen wir jezt nicht berühren, sondern hierbei nur dieses noch anmerken, daß ein Cubikfuß voll solcher Luft, wie wir gewöhnlich athmen, beinahe zehen Quentchen wiegt.

Aus diesen Beobachtungen erhellet also zur Genüge, daß auch die freie Luft nicht nur stets gegen die Mitte der Erdkugel getrieben werde, als worin ihre Schwere bestehet, sondern auch eine Kraft besitze, sich ohne Unterlaß auszudehnen, welche den Namen der Elasticität führet,

wie

wie wir schon vorhin gehört haben. Denn wie könnte sie eine schlaffe zugebundene Blase unter der Glocke der Luftpumpe aufblähen, wenn sie nicht elastisch, und wie könnte ein hohles Gefäße mehr wiegen, wenn es mit Luft angefüllet, weniger hingegen, wenn es leer ist, wofern sie nicht schwer wäre?

Aber um wie viel dichter die Luft gemacht wird, um so viel größer wird auch ihr eigenthümliches Gewicht, wie bei allen andern Materien, deren Theilchen zusammen gedrängt werden, indem sich im Gegentheile ihr eigenthümliches Gewicht desto mehr vermindert, je mehr sie sich ausdehnet.

Sie ist auch auf hohen Bergen beträchtlich dünner, als in Gegenden, die niedrig liegen, wovon man sich auf nachfolgende Weise sehr leicht überzeugen kann. Man darf nämlich nur eine große Flasche, worin weiter nichts als Luft enthalten ist, recht luftdicht verstopfen, und sie sodann auf einen Berg, oder auch nur auf einen hohen Thurm tragen. Denn wenn man auf der Höhe den Stöpsel öffnet: so bemerkt man sehr deutlich, daß etwas Luft aus der Flasche heraus fähret, zum offenbaren Beweise, daß dieselbe in der Flasche dichter ist, als außen herum.

Verstopft man sie sodann wieder genau, und nimmt man sie wieder mit vom Berge herab: so fährt, indem sie unten aufs neue geöffnet wird, wieder etwas Luft von außen hinnein, zum offenbaren Beweise, daß dieselbe in der Flasche jezt lockerer ist, als diejenige, welche die Flasche von außen umgiebt. Wäre nun die Luft, welche man aus dem Thale auf den Berg hinnauf trägt, nicht dichter oder stärker gespannt, als die, welche sich auf dem Berge selbst befindet: so würde die äußere der innern das Gleichgewicht halten, das heißt, es könnte nichts aus der geöffneten Flasche heraus fahren, und aus dem Grunde könnte auch zu der vom Berge herab gebrachten Luft weiter keine hinnein fahren, wenn sie nicht oben lockerer wäre, als unten. Wenn man daher einen Kubikfuß voller Luft auf einem hohen Berge auf die vorhin beschriebene Weise abwiegt: so findet man ihr Gewicht beträchtlich geringer, als das Gewicht eines eben so großen Maßes von derjenigen, die sich auf niedrigern Gegenden befindet.

Steigt man ohngefähr achtzehen tausend Fuß hoch, welches gar wohl angehet, weil einige Gebirge in Peru diese Höhe haben: so findet man daselbst die Luft nur halb so dicht, und mithin

mithin doppelt leichter, als unten, wo die Flüsse sich ins Meer ergießen. Ja in einer Höhe von sechs Meilen ist sie sogar auf drei tausend mal dünner, als hier, wo wir leben. Könnte man im Gegentheile eine Grube hundert Meilen tief in die Erde machen: so würde die Luft sie auch erfüllen, und unten am Grunde wohl 14 000 mal dichter, als oben an der Mündung seyn, und mithin würde sie sogar dem Golde daselbst an Dichtigkeit nichts nachgeben. Denn ohngeachtet sich diese beiden leztern Säze nicht mit wirklichen Beobachtungen erhärten lassen, weil man bei weitem noch nicht eine geographische Meile hoch in die Luft, und viel weniger so tief in die Erde kommen kann: so kann man doch dieß alles ziemlich genau und zuverläßig berechnen.

Wie kömmt es aber denn, fragte Karl, daß die Luft in verschiedenen Höhen oder Tiefen eine so sehr verschiedene Dichtigkeit besizt?

Man hat bisher, fuhr Philalethes fort, ziemlich allgemein angenommen, daß dieses bloß daher käme, weil die unterste Luft von dem ganzen Gewichte aller darüber liegenden nothwendig mehr zusammengepreßt und verdichtet werde, als diejenige, die sich in einer höhern Region

befindet, und mithin weniger andere Luft über sich liegen hat, welche auf sie drükt. Weil nun diese Erklärung überaus einleuchtend zu seyn scheint, und jeder Mensch sie leicht begreiffen kann, wie die Gelehrten sagen: so gehen sie auch bis diese Stunde noch nicht von dieser Meinung ab. Allein vermöge dieses Drukes von Oben wird zwar die Luft, welche eine vollkommen elastisch-flüßige Materie ist, sowohl in ihren obern als untern Regionen ungemein verdichtet: aber diese Verdichtung erfolgt allenthalben gleichförmig, und keinesweges unten stärker, als oben. Die wahre Ursache also, warum sie in der Tiefe dichter, als in der Höhe ist, liegt vielmehr in der ziemlich kugelförmigen Figur des Erdballes, und sodann darin, daß die Schwere abnimt, wie das Quadrat ihrer Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde wächst, welche beiden Sätze Euch noch aus unsern vorhergehenden Betrachtungen bekannt seyn werden. Nämlich da der Raum an der Oberfläche einer Kugel immer größer und größer wird, je mehr sich die Kugel selbst vergrößert, oder je höher ihr Halbmesser wird: so muß die Luft in hohen Regionen nothwendig einen größern Raum finden, worin sie sich vermöge ihrer Elasticität ausbreitet, als in den tiefer liegenden, und mithin ist sie

schon

schon aus diesem Grunde oben dünner als unten. Da aber überdieß die einzelnen Theilchen der Luft in den hohen Gegenden der Atmosphäre von der Schwere weit weniger gegen die Erde, folglich auch weniger gegen einander selbst gedrükt werden: so müssen sie sich, wegen ihrer Elasticität, auch aus diesem Grunde weiter von einander entfernt halten, und mithin nicht so dicht zusammen gedrängt seyn, als in den Gegenden, die tiefer liegen, oder wo die Schwere stärker wirkt, wobei nur noch zu merken, daß die Luft zwar schon in einer Höhe von sechs Meilen für nichts mehr zu achten ist, aber demohngeachtet immer noch dünner wird, wie auch, daß andere Weltkörper mit eben solchen Atmosphären eingehüllet sind, welche zunächst an diesen Weltkörpern selbst ihre größte Dichtigkeit besitzen, und in weitern Entfernungen davon sich unmerklich verlieren, oder unendlich dünne werden.

Doch die Dichtigkeit und Spannung der Luft ist nicht nur in verschiedenen Höhen verschieden, sondern sie wird auch sogar in einer und eben derselben Stelle bald ein wenig verstärkt, bald wieder eben so viel geschwächt, und um diese Veränderungen leicht zu erkennen, hat man auch

ein gewisses Werkzeug erfunden, wie ich nächstens ausführlicher zeigen will.

## Dreizehente Unterhaltung.

### Druck der Luft auf andere flüßige und veste Materien.

Ehedem, als die Gelehrten, fuhr Philalethes aufs neue fort, noch keine Versuche anstelleten, und keine genauen Beobachtungen zu Hilfe riefen, um die Ursachen der Naturbegebenheiten gründlich zu erforschen, da kannten sie viele merkwürdige Eigenschaften der Luft freilich noch nicht. Sie behaupteten daher unter andern unverständlichen Sätzen auch diesen: daß die Natur keinen leeren Raum leiden könne, oder gleichsam einen Abscheu dagegen habe, und ihn also augenblicklich mit Luft oder einer andern Materie erfülle, sobald irgendwo einer entstehe. Fragte man zum Beispiele, warum das Wasser in den gewöhnlichen Plumpenröhren heraufsteigt, wenn man plumpt: so antworteten sie, die Natur verabscheue den leeren Raum, welcher in der Plumpenröhre entstehet, indem der Kolben in die Höhe gezogen wird, und aus diesem

sem Grunde treibe die Natur das Wasser von unten in diesen entstehenden leeren Raum herauf. Fragte man ferner, wie es zugehe, daß man Wein oder Wasser aus einem Gefäße vermittelst eines Hebers in die Höhe ziehen und heraus leiten kann: so antworteten sie ebenfalls, daß die Natur den leeren Raum nicht leiden könne, welcher im Heber entstehet, wenn man daran saugt, und eben darum treibe sie den Wein oder das Wasser aus dem Gefäße in diesen leeren Raum herauf. Allein, als zu Anfange des verwichenen Jahrhunderts ein Gärtner zu Florenz eine Plumpe gebauet und sie gar zu tief gemacht hatte, da gab sie kein Wasser, er mochte noch so lange plumpen; denn das Wasser stieg in der Plumpenröhre nicht höher, als etwa achtzehen florentinische Ellen, welche ohngefähr dreißig parisische Fuß ausmachen, da doch das obere Ventil von dem untern viel weiter entfernt war. Mithin blieb hier über dem Wasser in der Plumpenröhre dennoch ein leerer Raum, den die Natur nicht verabscheuete. Der Gärtner wußte nicht, wie dieses zugieng, und erkundigte sich deswegen bei dem berühmten Gallilä, dem Lehrer der Meßkunst daselbst, welcher, als er sah, daß die Plumpe sonst keinen Fehler hatte, aus den Gesetzen des Gleichge-

wichts flüßiger Materien sogleich erkannte, daß das Wasser in den Plumpen bloß von der Schwere und von dem davon abhangenden Drucke der Luft in die Höhe getrieben werde, folglich nur deswegen höher nicht, als achtzehen florentinische Ellen hoch zu steigen vermögend sey, weil gedachter Druck, welcher unten im Brunnen auf die Oberfläche des Wassers wirkt, mit jener achtzehen Ellen hohen Wassersäule im Gleichgewicht stehe, folglich mehr nicht vermöge, als gerade nur so viel. Dadurch fiel der Satz, daß die Natur jeden leeren Raum verabscheue, auf ein mal über den Haufen, und verlohr sein altes Ansehen gänzlich. Denn von dieser Zeit an überzeugte man sich, daß die Luft, welche den Erdball umgiebt, von allen Seiten gegen ihn drücke, und zwar nur so stark, als er gedruckt werden würde, wenn er allenthalben etwa dreißig parisische Fuß hoch mit Wasser umgossen wäre: ich sage, man überzeugte sich, daß die flüßigen Materien hauptsächlich nur dieses Druckes wegen in leeren Räumen in die Höhe steigen.

Vermöge des gedachten Druckes muß also die Luft wie das Wasser und jede andere flüßige Materie wirken. Stellt Euch demnach vor, daß hier etliche weite und enge Röhren auf der Erd-

fläche

fläche ständen, welche unten mit einander Gemeinschaft hätten, mit ihren obern Oefnungen aber bis an diejenigen Grenzen der Atmosphäre, wo deren Dichtigkeit für nichts mehr zu achten ist, hinnauf reichten: und Ihr werdet sogleich klar einsehen, daß die Luft in allen diesen Röhren gleich hoch stehen, mithin sich in allen die Waage halten würde, obgleich einige derselben sehr enge, andere hingegen überaus weit, oder schief und gekrümmt wären.

Könnte man aber die Luft aus der einen Röhre heraus nehmen, und Wasser dafür von oben hinnein gießen, wie zum Beispiele in die Röhre D, Tab. VII, Fig. 5: so würde nun zwar das hinnein gegossene Wasser mit gedachter Luft in der andern Röhre A die Waage halten, aber bei weitem nicht bis an die angenommenen Grenzen der Atmosphäre hinnauf reichen, weil es viele hundert mal dichter ist, als die Luft, welche uns umgiebt, wobei nur noch zu bemerken, daß ich annehme, die Röhre D reiche mit ihrer obern Oeffnung ebenfalls über die Grenzen der Atmosphäre hinnaus, auf daß keine Luft von oben hinnein fallen und mit dem Wasser zugleich gegen die Luft in der andern Röhre A drücken kann. Wäre nun die Luft in höhern Regionen

eben so dicht, als nahe an der Oberfläche der Erde: so würde die Luftsäule AB ohngefähr 800 mal höher seyn, als die dreißig Fuß hohe Wassersäule CD, und beide würden einander die Waage halten. Da sie aber in der Höhe weit lockerer ist, als hienieden: so reicht sie freilich weit höher als 800 mal dreißig Fuß hinauf, als welche nur etwa eine Meile ausmachen würden. Wenn im übrigen aber auch die weite Röhre so weit, wie die ganze Erdfläche, die enge hingegen, nur wie ein Federkiel wäre: so würde in dieser das Wasser dennoch nicht höher, als etwa dreißig Fuß hoch stehen, und folglich der ganzen Atmosphäre die Waage halten, vollkommen so, wie nur ohnlängst gezeigt worden ist, als wir uns vom Gleichgewicht flüßiger Materien unterhielten.

Füllet man also eine etwa 36 Fuß hohe Röhre, welche unten einen sehr engen Hahn hat, mit Wasser, und öffnet man sodann den Hahn, nachdem man ihre obere Oeffnung aufs genaueste verschlossen hat: so sinkt in ihr das Wasser nur um etliche Fuß herab, indem es allemal in einer Höhe von ohngefähr ein und dreißig parisischen Fuß in ihr stehen bleibt, und oben einen Luft- und Wasser-leeren Raum zurücke läßt, welcher

welcher desto länger ist, je mehr die Höhe der ganzen Röhre die Höhe von ein und dreißig Fuß überschreitet. Man pflegt aber eine solche Röhre gewöhnlich aus etlichen mössingen Stücken zusammen zu setzen, welche vermittelst zwischen sie gelegter lederner Scheiben recht luft- und wasserdicht an einander geschraubt werden, nur daß das oberste Stück aus einer sehr langen eingekütteten Glasröhre bestehen muß, auf daß man den Fall des Wassers darin beobachten kann; denn lauter gläserne Röhrenstücken von solcher Länge, würden zu leicht zerbrechen.

Gegen die Oeffnung des Hahns drükt nun aber weiter nichts, als die freie Luft, welche zwar viele hundert mal weniger dicht ist, aber auch sehr viel mal höher stehet, als das Wasser in der Röhre, dem daher die Luft vollkommen die Waage hält. Denn daß wirklich bloß die Luft vermöge ihres Druckes an dem hohen Stande des Wassers in solchen oben verschlossenen Röhren Ursach sey, das bestätigt sich auch dadurch, daß das Wasser sogleich gänzlich durch den offenen Hahn heraus fließt, sobald man unten die Luft, welche gegen die kleine Oeffnung des Hahnes drükt, hinweg nimt, welches gar leicht angehet, weil man nur das untere Ende der Röhre in eine

Glocke, die oben mit einem Loche versehen ist, genau einfügen und sodann die Luft herauspumpen darf. Will man aber das Wasser aus einer solchen Röhre bloß deswegen wieder heraus laufen lassen, daß man die Röhre wieder aus einander nehmen und fortschaffen kann: so braucht man sie nur oben zu öffnen; denn alsdann drükt die Luft von oben eben so stark, als von unten gegen das Wasser, und mithin muß dieses wegen seiner eigenen Last nothwendig herab sinken.

Es ist leicht zu begreiffen, daß man diese hohen Röhren an eine Wand bevestigen muß, wenn sie sich nicht biegen, oder gar zerbrechen sollen. Und eben so ist leicht einzusehen, daß man, um einen solchen Versuch zu machen, allemal erst mancherlei Umstände oder Hindernisse aus dem Wege räumen muß. Man macht ihn also weit leichter und geschwinder mit Quecksilber. Denn da dieses beinahe vierzehen mal mehr eigenthümliches Gewicht hat, als Regenwasser: so vermag die Luft selbiges in einer gläsernen Röhre nur höchstens etwa zwei Fuß und etliche Zoll hoch zu erhalten, eine Höhe, welche in vielerlei Hinsicht sehr bequem ist, wie wir hernach ausführlicher hören werden.

Aber in der Natur geschiehet es allerdings bisweilen, daß das Wasser in unterirdischen Kanälen von der Luft in die Höhe gedrükt wird. So giebt es, zum Beispiele, kleine Seen, welche im Frühlinge, wenn das Wasser in ihnen zum höchsten stehet, in kurzer Zeit gänzlich leer werden, und im Sommer über trocken bleiben, so, daß man Gras darin mähen kann. Bei anhaltendem Herbstregen sammlet sich sodann wieder Wasser in ihnen, und solches fließt nicht eher aufs neue gänzlich ab, bis es im Frühlinge abermals den gedachten höchsten Stand erreicht. Wie das nun zugehe, siehet man nicht sogleich ein, da diese Seen keinen sichtbaren Abfluß haben: aber aus dem gedachten Drucke der Luft läßt sich das Phänomen leicht erklären, wie aus diesem Bilde, Tab. IX, Fig. 1, deutlicher erhellen mag.

Dergleichen Seen sind nämlich mit unterirdischen Kanälen DBE versehen, welche sich unten bei D anfangen, sodann sich nach B in die Höhe krümmen, und sich endlich wieder dergestallt senken, daß ihre äußere Oeffnung E niedriger, als die innere D zu liegen kömmt. Wenn sich daher in dem See über D etwas Wasser sammlet: so steigt es in der damit verbundenen

nen Kluft DB eben so hoch, aber nicht höher, als in dem See selbst, und es kann also jezt noch nichts über B abfliessen. Denn obgleich die äussere Luft mit grosser Gewalt auf die Oberfläche desselben drükt: so ist doch auch welche in dem offenen Kanale selbst enthalten, die auf das in DB aufsteigende Wasser entgegen wirkt, und hier jenem Drucke das Gleichgewicht hält. Wächst aber das Wasser im See so hoch an, daß es mit seiner Oberfläche AC ein wenig über die höchste Stelle des gekrümmten Kanals, das heißt, über B zu stehen kömmt: so fängt es bei B an überzulaufen, und es fließt nun alles bis auf den Boden des gedachten Sees oder Teiches durch die Oeffnung E heraus, wobei ich aber immer noch annehme, daß die senkrechte Höhe der Krümmung dieses unterirdischen Kanals nicht über dreißig bis zwei und dreißig Fuß betrage; denn bis zu dieser Höhe nur kann es die Luft von beiden Seiten drücken, so, daß die gleich hohen Stücken DB und MB einander immer das Gleichgewicht halten müssen. Aber der Theil des Wassers in ME sinkt stets vermöge seines Uebergewichts durch E heraus. Da nun dadurch in BM zu wenig Wasser übrig bleibt, als daß es dem Drucke der Luft von AC oder DB her die Waage halten kann; so dringt freilich

bestän-

beständig, so viel aus DB nach BM herüber, als bei E ausfließt, und zwar so lange, bis der ganze See ausgelaufen ist. Läge hingegen die äußere Oeffnung E über DM, oder wäre die senkrechte Höhe der Krümmung des Kanals größer, als ich vorhin gesagt habe: so könnte darum nichts durch E heraus laufen, weil der Druck der Luft nur eine Wassersäule von gedachter Höhe erhalten kann, und weil BM das Gleichgewicht gegen DB verlieret, sobald E über M liegt.

Also ist ein solcher unterirdischer Kanal nichts anders, als ein natürlicher Heber, und wir folgen daher nur den Anweisungen der Natur, wenn wir künstliche Heber machen. Denn bei dem künstlichen Heber, Tab. IX, Fig. 2, befindet sich das eine Ende bei A ebenfalls unter der Oberfläche des flüßigen Wesens, welches man aus einem Gefäße heraus heben will, indem das andere Ende D unter dem Niveau AB liegt. Mithin darf man auch nur den Gegendruck bei D verhindern, das heißt, man darf da nur entweder die Luft hinweg saugen, oder vorher den ganzen Heber mit einem flüßigen Wesen füllen, um zu machen, daß er bei D so lange fließt, als er mit seinem innern Ende A noch unter dem Niveau AB stehet.

Daß

Daß nun der Druck der Luft wirklich die einzige Ursache des Aufsteigens der flüßigen Materien in allen Hebern sey, das erhellet auch daraus, weil sie nie im luftleeren Raume fließen, welcher aber hiezu freilich recht rein seyn muß, weil man diesen Versuch nur mit kleinen Hebern anstellen kann, deren Höhe AC bloß etliche Daumenbreiten beträgt, und weil das Wasser leicht so hoch getrieben werden kann, wenn man die Luft aus der Glocke nicht so rein als möglich hinwegnimt.

Nun füllete Philalethes eine große Arzneiflasche, die einen sehr engen Hals hatte, mit Wasser, und kehrte sie um, indem er den Daumen vor die Oeffnung derselben drükte. Als er hierauf den Daumen hinweg zog, da floß auch nicht ein Tropfen heraus, obgleich die gedachte enge Oeffnung abwärts gekehrt, und nicht mehr verstopft war. Eben so floß auch aus einem vollen gewöhnlichen Trinkglase nichts heraus, als er es umgekehrt in der Hand hielt, nur daß er hier einen Deckel von Papier darauf gelegt, und ihn mit seiner Hand ein wenig angedrückt hielt, indem er es umstürzte.

Die Ursache, welche das Wasser aus diesen Gläsern nicht heraus laufen läßt, sagte Philalethes,

lalethes, ist abermals nichts weiter, als die Luft, welche hier bloß von unten, nicht aber zugleich von oben, gegen dasselbe wirken kann. Auf das weite Glas muß man zwar ein Papierplättchen legen: dieses widerstehet aber keinesweges dem darauf liegenden Wasser, sondern verhindert nur sein Schwanken, und macht also bloß daß dessen untere Fläche recht eben bleibt, so, daß nirgends etwas Luft in das Glas glittschen kann. Sobald hingegen die Oeffnung eines dergleichen Glases im Durchmesser nicht weiter, als ein Wassertropfen ist: alsdann schwankt in ihm das Wasser von sich selbst nicht mehr, und man kann daher das Glas umkehren, ohne Papier darauf zu legen, und ohne zu befürchten, daß etwas heraus fließe.

Hieraus erhellet zugleich auch, warum aus einem wohl verpichten Vasse, dessen Spundloch genau verstopft ist, nichts heraus laufen kann, wenn man den Zapfen lüftet. Wäre aber das Vaß nicht recht luftdicht, oder wäre der Spund nicht genau eingepaßt: so würde freilich vermöge der Schwere etwas heraus laufen, weil sodann die Luft nicht bloß durch das enge Zapfenloch, sondern auch von andern Seiten eben so stark gegen das flüßige Wesen würde drücken können.

Um

Um jedoch wieder zur Betrachtung des Hebers zurücke zu kehren, fuhr Philalethes fort: so kann man mit Hilfe desselben, wie leicht zu erachten, Wasser aus Flüssen und Seen über anliegende Hügel in Städte und Gärten leiten, wenn diese ein wenig unter dem Niveau der Flüsse oder Seen selbst liegen. Man darf nämlich nur bleierne zusammengefügte Röhren aus einem solchem See über den Hügel in Gestallt eines Hebers legen, und sie sodann an der höchsten Stelle mit Wasser füllen, indem ihre beiden Oeffnungen so lange verstopft bleiben müssen. Denn wenn man hernach das obere Loch, durch welches man den Heber gefüllet hat, verschließt, und von seinen beiden untern Oeffnungen die Stöpsel hinweg nimmt: so fließt so lange Wasser über den Hügel herüber, als die jenseitige Oeffnung des Hebers noch im Wasser stehet. Es ist aber leicht zu erachten, daß ein solcher Hügel nicht über dreißig Fuß hoch seyn darf, und zwar darum, weil die Luft das Wasser nur so hoch zu heben vermag.

Eben dieses gilt auch, wie schon gesagt, von der gewöhnlichen Wasserplumpe Tab. IX, Fig. 3. Nämlich das Wasser würde darinne nie bis an den Kolben B in die Höhe steigen, wofern

wofern dieser mit seinem Ventile mehr als dreißig Fuß hoch über der Wasserfläche, oder über dem untern Ventile C erhoben wäre, und mithin würde auch nichts durch die Schnauze D heraus laufen, man möchte nun plumpen, so lange man wollte. Wenn aber die Kolbenstange AB sehr lang ist: so kann der Raum von der Wasserfläche C bis an die Schnauze D dennoch über dreißig Fuß hoch seyn, und die Plumpe wird gleichwohl immer noch Wasser geben. Denn diejenige Menge des Wassers, welche beim Niederstoßen des Kolbens durch sein Ventil über ihn herauf tritt, wird beim Heraufziehen desselben bloß durch die Kräfte dessen, der da plumpet, weiter in die Höhe gehoben, und es hat also nun der Druck der Luft weiter nichts mehr damit zu thun. Gar zu hoch darf aber, wie leicht einzusehen, der Raum zwischen dem obern Ventile und gedachter Ausgußöffnung gleichwohl nicht seyn, weil sonst die Last der Wassersäule, welche von B bis D reicht, zu groß wird, als daß ein Mensch dieselbe erheben kann.

Sie sagten ja ohnlängst, versezte Amalie, daß man das Wasser vermittelst einer Wasserkunst auf hohe Thürme und Berge hin-

nauf plumpen könne. Aber ein Berg von etwa dreißig Fuß Höhe kann doch wohl kein hoher Berg, sondern etwa nur ein Hügel genannt werden?

Man kann es allerdings, erwiderte Philalethes, auch auf höhere Berge plumpen und aus Bergwerken, die wohl etliche hundert Fuß tief sind, heraus heben. Aber in diesen Fällen muß man so viele Plumpen über einander setzen, als die größere Höhe oder Tiefe erfodert. Die unterste muß alsdann ihr Wasser in einer Höhe von etwa dreißig Fuß in einen Bottich ausgießen, auf daß die äußere Luft aufs neue darauf drücken kann. In diesem Bottiche stehet nun die zweite Plumpe, durch welche das Wasser abermals vermöge des Druckes der Luft ohngefähr dreißig Fuß hoch steigt, und oben in einem zweiten Bottich ausfließt, woraus es durch eine dritten Plumpe noch weiter in die Höhe gehoben wird, und so weiter. Aber alsdann wird auch sehr viel Kraft erfodert, um eine so vielfache Maschine zu treiben, weil die vielen Saugkolben mit ihren Stangen eine große Last haben, und starken Widerstand leisten. Wassermaschinen von dieser Art pflegt man im übrigen den Namen der **Saugwerke** beizulegen, und jede

einzelne Plumpe derselben einen Saz zu nennen.

Es ist aber auch möglich, das Wasser durch eine einzige Röhre, welche jedoch sehr vest seyn muß, einige hundert Fuß hoch zu treiben, wenn man Kraft genug dazu anwendet. Solche Wassermaschinen führen den Namen der Druckwerke, und werden meistentheils als Feuerspritzen gebraucht, deren wesentliche Theile ich Euch in dem Bilde Tab. IX, Fig. 4, entworfen habe. Sie bestehen gewöhnlich aus zwei mössingenen Cylindern RM und SN, welche mit ihren untern Oeffnungen, wo sie mit Ventilen verwahret sind, im Wasser stehen. Aber die Saugkolben D und E haben da keine Ventile, sondern sind bloß mit starken ledernen Ringen umgeben, damit sie recht streng in die Cylinder passen. Gleich über den Ventilen M und N sind mössingene Röhren MA und NB eingesezt, welche sich in eine gemeinschaftliche Höhle F öffnen, und ebenfalls mit Ventilen verwahret sind. Wenn man daher den Kolben D in die Höhe ziehet: so saugt er Wasser durch das Ventil M, welches anfänglich den Raum MD erfüllet, hernach aber durch die Röhre MA in die Höhle F fortgedrückt wird, sobald man den Kolben nieder-

 stößt.

stößt. Da nun alles dieses auch von dem andern Cylinder SN gilt, und da die Kolbenstangen insgemein an einen gemeinschaftlichen Balken angebracht sind, welcher in seiner Mitte um einen starken Zapfen beweglich ist, und bei Feuerspritzen die Waage genannt wird: so muß der eine Kolben allemal niedersteigen, und Wasser durch die Höhle F heraus drücken, so oft der andere in die Höhe gezogen wird, um welches einzusaugen. An die Oeffnung C kann man sofort starke Röhren bevestigen, und in denselben das Wasser wohl einige hundert Fuß hoch treiben, wenn die Maschine Kraft und Stärke genug hat. Bei der Feuerspritze pflegt man jedoch nur eine kurze Röhre, die vorne enger als hinten, und mit Gelenken versehen ist, anzuschrauben, so, daß man das Wasser dadurch in der freien Luft bald dahin, bald dorthin spritzen kann, wie es die Feuersbrunst erfodert. Oft schraubt man auch einen ledernen Schlauch an, welcher zuweilen selbst ein paar hundert Fuß lang ist, und also die Bequemlichkeit hat, daß man mit seinem äußersten Ende in alle Winkel herum gehen, folglich auch in diejenigen Stellen der Gluth spritzen kann, welchen man außerdem mit einer solchen Maschine nicht beikommen kann.

Solche Feuerspritzen geben aber nur stoßweise Wasser: ich sage, sie bilden keinen steten ununterbrochenen Wasserstral, und zwar darum nicht, weil der Druck selbst nicht anders, als ruckweise geschiehet. Verlängert man aber die Röhre von C bis beinah an den Boden der Höhle herab: so strahlt allerdings das Wasser stete und ununterbrochen durch dieselbe heraus, obgleich die Kolben nur ruckweise auf- und nieder-gehen. Denn alsdann ist in dem obern Raume dieser Höhle etwas Luft enthalten, welche nirgends heraus kann, und mit Hilfe des dazu hinnein gedrukten Wassers von unten herauf immer desto stärker zusammen gepreßt wird, je geschwinder die Waagebalken bewegt werden. Sie strebt also nun auch desto mehr sich auszudehnen, und muß mithin das Wasser, welches allezeit bloß den untern Theil der Höhle erfüllet, durch die Röhre ununterbrochen heraus treiben.

Hieraus erhellet nun zur Genüge, daß auch zu den Feuerspritzen und überhaupt zu allen solchen Druckwerken unumgänglich Luft erfodert werde. Denn sie muß wenigstens auf das Wasser, worin die Cylinder stehen, durch ihren Druck oder ihre Spannung wirken, wenn es in den leeren Raum, welcher zwischen dem Ventile

tile und Kolben entstehet, sobald man diesen in die Höhe ziehet, herauf treten soll.

Nun will ich Euch aber auch dasjenige Werkzeug bekannt machen, woran man die bald größere, bald geringere Spannung der Luft erkennen kann, und womit man dieselbe zu messen pflegt.

Quecksilber hat, wie gesagt, beinah vierzehen mal mehr eigenthümliches Gewicht, als Regenwasser: folglich kann es in einer oben verschlossenen Röhre, worin keine Luft ist, nur vierzehen mal weniger, als 32 Fuß, das heißt, nur etwa 27 bis 28 Parisische Zoll hoch steigen, welchen Satz auch die Erfahrung in der That vollkommen bestätigt.

Man nimt eine gläserne Röhre, Tab. IX. Fig 5, deren Länge von A bis C wenigstens dreißig parisische Zolle beträgt, an ihrem obern Ende C zugeschmolzen, an ihrem untern hingegen offen und aufwärts gekrümmet ist. Ihre Weite kann zwar willkührlich angenommen werden: aber sie muß doch wenigstens die Dicke einer Schreibefeder haben. Ihren langen Schenkel füllet man sofort mit gereinigtem Quecksilber, welches, wenn man sie sodann umkehret,

kehret, von C bis B herab fällt, indem es dafür im kürzern Schenkel von D bis A in die Höhe steigt, und nun, kleine Veränderungen ausgenommen, immer so stehen bleibt. Mißt man sodann die Höhe dieser Quecksilbersäule von A bis B: so findet man sie in den hiesigen Gegenden fast immer zwischen 27 und 28 Zoll parisischen Maaßes, und auf solche Weise bleibt im obersten Theile dieser Röhre beständig ein luftleerer Raum CB, weil die äußere Luft, welche auf das Quecksilber bei A wirkt, selbiges nur bis zu der gedachten Höhe hinnauf zu drücken vermag.

Der Erfinder dieser Vorrichtung hieß Torricelli, welcher zu Florenz das Amt seines verstorbenen Lehrers, des berühmten Gallilài, bekleidete, daher man auch damals dergleichen Röhren, worin Quecksilber und Luft einander die Waage hielten, nur Torricellische Röhren zu nennen pflegte. Als man aber in der Folge wahrnahm, daß das Quecksilber nicht stets auf einem Punkte stehen blieb, sondern bald ein wenig höher stieg, bald aber tiefer herab fiel, und mithin zu erkennen gab, daß der Druck der Luft, in einer und eben derselben Stelle nicht stets gleich stark war: da gab man diesem Werk-

zeuge den Namen des Barometers, oder des Gewichtmessers der Luft, weil deren Dichtigkeit oder eigenthümliches Gewicht bei einerlei Wärme immer desto geringer ist, je tiefer das Quecksilber im Barometer stehet, und weil man daher diese verschiedene Dichtigkeit, so lange die Luft einerlei Wärme behält, allenthalben nach gedachten verschiedenen Höhen des Quecksilbers, die man gewöhnlich nur schlechthin Barometerstände zu nennen pflegt, beurtheilen und messen kann.

Ich sage aber mit Fleiß, daß diese Messung nur so lange gilt, als die Luft einerlei Wärme besizt. Denn dünne oder lockere Luft, welche warm ist, hält allerdings das Quecksilber eben so hoch, als dichte, welche kalt ist, und zwar darum, weil ihre Spannung auch durch die Wärme verstärkt, durch die Kälte hingegen geschwächt wird, und weil sie eigentlich nur allein vermöge ihrer Spannung die flüßigen Materien in dergleichen Röhren in die Höhe drükt. Man sollte daher dieses Werkzeug eigentlich nicht Barometer oder Gewichtsmesser, sondern Spannungsmesser der Luft nennen, obgleich ihre Spannung stets in eben dem Verhältnisse, wie ihre Dichtigkeit oder ihr Gewicht wächst und schwin-

det,

det, so lange einerlei Temperatur, das heißt einerlei Wärme in ihr herrscht.

Aus diesem Grunde pflegt man auch ihre verschiedene Dichtigkeit mit einem ganz andern Werkzeuge zu messen, welches den Namen eines Manometers, das ist auf deutsch, eines Lockerkeitsmessers, führet, und welches aus einer großen luftleeren Glasblase bestehet, wie an diesem Bilde, Tab. IX. Fig. 6, zu sehen ist. Wenn nämlich die Luft locker wird: so sinkt die Glasblase ein wenig. Wird aber jene dicht: so steigt diese wieder eben so viel, und solches geschiehet bloß aus dem Euch schon bekannten hydrostatischem Gesetz, daß jeder Körper in einem flüßigen Wesen von dichterer Art mehr von seinem Gewicht, als in einem flüßigen Wesen von lockerer Art, verlieret. Man kann also an den Zapfen des feinen Waagebalkens, woran die Glasblase hängt, einen langen Zeiger bevestigen, und unten den Bogen, welchen die Spitze des Zeigers von der ein mal bemerkten größten Dichtigkeit bis zur größten Lockerkeit hin und her durchläuft, in sehr feine gleiche Theile eintheilen, die man Grade nennet, so, daß man immer sehen kann, um wie viel Grade die Luft von der mittlern Dichtigkeit abweicht. Ueber-

dieses hat ein solches Werkzeug noch das Gute an sich, daß es jeden Dichtigkeitswechsel der Luft, worin es hängt, anzeigt, er mag nun von dem Wechsel der Wärme und Kälte, oder von einer andern Ursache herrühren, da im Gegentheile andere Werkzeuge, die zu diesem Behuf gemacht werden, von dem Wechsel der Wärme und Kälte oft große Störung leiden.

Um aber wieder auf das nun einmal sogenannte Barometer zu kommen: so werdet Ihr wohl schon wissen, daß viele Menschen demselben auch den Namen eines Wetterglases beilegen, weil gewöhnlich Regenwetter einfällt, wenn sich das Quecksilber darin um einige Linien senkt, so, wie sich im Gegentheile der Himmel bisweilen aufheitert, wenn es wieder steigt. Allein sehr oft ist auch bei hohen Barometerständen unfreundliches Wetter, da hingegen bei niedrigen trockene Luft und heiterer Himmel herrschen. Es wäre daher lächerlich, wenn man sich ein Barometer kaufen wollte, um einen sichern Wetterpropheten daran zu haben, und wer dieses Werkzeug kennt, wird es nie gebrauchen, um heute mit Gewißheit zu erfahren, was morgen für Wetter seyn wird, sondern er wird nur fleißig bemerken, wie das Quecksilber darin

zu verschiedenen Zeiten steigt und fällt, und welche Veränderungen sich dabei in der Atmosphäre zeigen.

Sein allerhöchster Stand, welchen man einst hier zu Leipzig beobachtet hat, und welcher sich nur nach vielen Jahren ein mal ereignet, beträgt 28 Zoll und 7 Linien, nach parisischem Maaße gerechnet. Stehet es aber hier zu Leipzig am niedrigsten: so beträgt seine Höhe nur 26 Zoll und 8 Linien, welcher Fall sich aber eben so selten ereignet, als jener. Das arithmetische Mittel aus beiden macht 27 Zoll und 7 Linien, nebst einer halben: und eben diese Höhe ist es eigentlich, bei welcher sich zu Leipzig nah am Erdboden das Quecksilber im Barometer gemeiniglich aufhält, jedoch so, daß fast nie ein halber Tag vergehet, während welchem es nicht bald ein wenig höher steigt, bald wieder um die eine und andere Linie tiefer herabfällt, woraus zugleich abzunehmen, daß in der Atmosphäre ohne Unterlaß gewisse Veränderungen vorgehen, wodurch entweder ihre Spannung oder ihre Dichtigkeit alle Stunden verändert wird, welche Veränderung aber freilich oft kaum zu bemerken ist. Allein, da es doch wirklich zuweilen über acht und zwanzig Zolle steigt, zuweilen aber unter

sieben

sieben und zwanzig herab sinkt, und mithin im Ganzen eine Veränderung von beinah zwei Zollen macht: so muß die Luft hier bei uns ein mal beinah um den vierzehenten Theil ihres ganzen Druckes lockerer oder weniger gespannt seyn, als ein ander mal, welches man alsdann allerdings recht gut an ihr merkt, indem sich dabei mancherlei ungewöhnliche Naturwirkungen, besonders aber Orkane und Sturmwinde einfinden.

Aber an den Ufern des deutschen Meeres fällt es nie unter sieben und zwanzig Zoll, und steigt nie über neun und zwanzig. Das arithmetische Mittel ist also acht und zwanzig, woraus erhellet, daß die Luft daselbst überhaupt genommen dichter sey, und mithin auch mehr Spannung habe, als bei uns, indem sie das Quecksilber dort stets um fünf Linien höher, als hier, zu drücken vermögend ist. Was hieran Ursach sey, ist leicht zu erachten. Die hiesige Gegend liegt nämlich etwas höher, als die Oberfläche des deutschen Meeres, welches man auch daraus erkennen kann, daß unsere Flüsse ihren Lauf dahin nehmen, welches keinesweges geschehen könnte, wenn ihre Betten nicht abhängig wären. Diese abhängige Lage beträgt von Leipzig bis an das gedachte Meer ohngefähr 350 Fuß, der senkrechten

rechten Höhe nach gerechnet. Daß aber die Luft in der Tiefe eine größere Dichtigkeit, folglich auch mehr Spannung habe, als in der Höhe, das habe ich Euch schon umständlich bekannt gemacht. Und hieraus ist zugleich klar, daß man auch mit Hilfe des Barometers ohne große Mühe ziemlich genau bestimmen kann, um wie viel überhaupt jede Gegend oder Stadt über eine andere erhoben liege, obgleich die eine von der andern viele Meilen weit entfernt ist, welches den Menschen bei Anlegung schiffreicher Kanäle, die sich sehr weit erstrecken sollen, und bei andern wichtigen Unternehmungen oft große Vortheile gewähret, wobei jedoch zu bemerken ist, daß derjenige, der aus dergleichen Barometerbeobachtungen die Höhen der Berge berechnen will, nicht nur in allen Theilen der Naturlehre, sondern auch in der Meßkunst gut bewandert seyn muß.

Verschließt man das offene Ende des untern Schenkels bei E, Tab. IX. Fig. 5, so genau, daß weder die Luft, welche in AE enthalten ist, heraus, noch auch welche von außen dazu hinein fahren kann: so ist leicht einzusehen, daß nun die äußere Luft nicht mehr auf das Quecksilber drücken kann. Also drükt nun bloß diejenige

nige Luft gegen dasselbe, welche in dem obern Theile des untern Schenkels AE eingeschlossen ist, und oftmals kaum einen Raum von etlichen kubischen Linien einnimt. Gleichwohl erhält auch diese wenige eingeschlossene Luft das Quecksilber noch eben so hoch, als vorher die freie, woraus nothwendig folgen muß, daß dieselbe noch eben so viel Kraft habe, und folglich sich eben so stark gegen das Quecksilber bei A stämme als die ganze Luftsäule, welche vorher unmittelbar darauf drükte, jezt aber bloß auf dem Kopfe des verschlossenen Schenkels E liegt. Natürlicherweise wird nun das Quecksilber bloß vermöge der Spannung der in AE befindlichen Luft im Barometer erhalten: und hieraus ist abermals klar, daß die Spannung eines jeden noch so kleinen Theils der Luft oder der Atmosphäre dem Drucke oder Gewichte der ganzen Atmosphäre vollkommen die Waage hält.

Wollte man gedachten untern Schenkel gar nicht wieder öffnen: so würde das Quecksilber in einem solchen Barometer stets unbeweglich stehen, und nie ein wenig steigen oder fallen, wie in andern daneben hangenden, deren untere Schenkel offen sind, ja es würde auch dann sogar nicht im geringsten sinken, wenn man

man es auf einen sehr hohen Berg brächte, wo es doch sonst bis funfzehen Zoll und wohl noch tiefer herab fällt, welches wirklich auf einigen Bergen in Peru geschiehet, weil diese wohl 15000 parisische Fuß hoch, und folglich mit weit lockerer Luft, als die niedrigen Gegenden, bedekt sind. Man begreift aber auch sehr leicht, warum das Quecksilber in einem solchen Barometer weder steigen noch fallen kann. Die in AE eingeschlossene Luft behält nämlich immer diejenige Dichtigkeit, welche sie zu Anfange hatte, als man sie einschloß, und wird nie dünner oder dichter, mithin auch nie mehr oder minder gespannt, wobei man jedoch immer voraus zu setzen nicht vergessen muß, daß auch die Wärme derselben stets einerlei bleibe; denn durch die Erwärmung der in AE eingeschlossenen Luft würde man ihre Spannung verstärken, durch die Erkältung hingegen würde man sie schwächen, und mithin würde das Quecksilber im ersten Falle allerdings merklich steigen, im zweiten hingegen fallen.

Macht man den untern Schenkel DE sehr lang, und bringt man ihn geöffnet vermittelst einer besondern Vorrichtung unter die Kampane der Antlia, um die Luft aus dem offenen Schenkel

kel AE hinweg zu pumpen: so sinkt bei jedem Zuge das Quecksilber im obern Schenkel beträchtlich, indem es im untern eben so viel steigt, und solches dauert so lange, bis es in beiden Schenkeln einerlei Höhe hat, folglich nach den hydrostatischen Gesetzen mit sich selbst im Gleichgewichte stehet, indem sodann weder in dem einem noch im andern Schenkel etwas zugegen ist, was auf das Quecksilber drücken kann. Aber dafür steigt es auch sogleich wieder bis zu der vorigen Höhe im langen Schenkel hinnauf, sobald man den Hahn der Antlia öffnet, und aufs neue Luft unter die Kampane fahren läßt.

Verschließt man aber den kurzen Schenkel bei E, und öffnet man den langen bei C: so drükt nicht nur das darin enthaltene Quecksilber, sondern auch die darauf wirkende äusere Luft gegen die in AE eingeschlossene, welche man daher, wenn der Schenkel DC nur lang oder hoch genug ist, mit Quecksilber, welches man oben bei C hinnein gießt, wie mit einer Kompressionsmaschine verdichten, und mithin ihre Spannung auch dadurch ungemein verstärken kann.

Um jedoch die Spannung eingeschlossener Luft zu verstärken, ist nicht allemal eine solche Vorrichtung, wie die hier angeführte, und auch nicht

nicht immer eine Kompressionsmaschine unumgänglich nöthig. Man kann vielmehr diese Verstärkung, wie gesagt, auch durch die Wärme, und auf mancherlei andere Weise bewirken, und allerlei artige, oft aber auch sehr gewaltsame und gefährliche Wirkungen dadurch hervor bringen, wie wir künftig noch ausführlicher hören werden.

Was aber die belustigenden Wirkungen der verstärkten Spannung der Luft betrift: so gehören dahin vorzüglich allerhand Arten kleiner Springbrunnen, und insbesondere der sogenannte Heronsbrunnen, welcher aus zwei über einander gestellten wohlverwahrten gläsernen oder blechernen Gefäßen bestehet, wie an dem Bilde, Tab. X, Fig. 1, deutlicher wahrzunehmen ist. Der Deckel des obern Gefäßes ist wie eine Schüssel vertieft und bei B mit einem Loche versehen, von welchem eine Röhre BG beinah bis an den Boden des untern Gefäßes hinab reicht. Gleich unter dem Deckel dieses untern Gefäßes, bei E, fängt sich eine zweite Röhre an, die sich bis an den Deckel des obern Gefäßes herauf erstreckt, und sich in demselben bei D öffnet. Endlich befindet sich noch in dem obern Gefäße die Röhre AC, deren äußere Oeffnung A sehr enge, die

innere C hingegen, welche fast bis an den Boden dieses obern Gevässes reicht, viel weiter ist. Gewöhnlich bestehet gedachtes obere Ende aus einem kleinen kegelförmigen Aufsatze, den man nach Belieben abnehmen und wieder darauf stecken kann. Füllt man nun dieses obere Gevåß durch die Oeffnung A so hoch mit Wasser, daß es nur nicht über das obere Ende der Röhre DE herauf steigt: so kann jezt noch nirgends etwas davon heraus laufen, indem es weder durch die Röhre DE in das untere Gevåße abzufließen, noch durch die Röhre CA in die Höh zu steigen vermag. Gießt man aber nun auch etwas Wasser auf den schüsselförmigen Deckel: so sinkt solches vermöge seines Gewichts durch die Röhre BG in das untere Gevåße, worin anfänglich weiter nichts als Luft enthalten ist, welche aber nun durch das herabfallende Wasser daraus verdrängt wird. Sie muß also dem Wasser Platz machen, wenn sie einen Weg findet, auf welchem sie ihm ausweichen kann. Diesen findet sie durch die Röhre ED, in welcher sie nun in das obere Gevåß hinnauf steigt, und sich über dem darin befindlichen Wasser ausbreitet. Hier giebt es aber weiter keinen Ausweg für sie, indem sich derselbe bei C unter dem Wasser befindet. Sie muß daher, da sie durch die von unten stets auf-

aufs neue zuströmende Luft immer mehr und mehr verdichtet, folglich immer stärker gespannt wird, jenes Wasser durch den Ausgang C vorher fortpressen, ehe sie selbst heraus fahren, und sich frei ausdehnen kann. Mithin muß dieses durch die Oeffnung A so lange in die Höhe springen, als die Oeffnung C noch unter Wasser stehet. Auch ist leicht zu begreiffen, daß das durch A springende Wasser immer wieder auf den schüsselförmigen Deckel zurücke fallt, folglich durch die Röhre BG in das untere Gevaße hinnab sinkt, so, daß am Ende alles Wasser sich im untern Gevässe befindet, aus welchem dafür die Luft in das obere getreten ist. Man nennt im übrigen diesen anmuthigen Springbrunnen deswegen den Heronsbrunnen, weil der Erfinder desselben, der vor neunzehen hundert Jahren zu Alexandrien lebte, Heron geheißen hat.

Es giebt aber auch noch einen andern artigen Springbrunnen, welchen man den Heronsball nennet, und welchen ich Tab. X, Fig. 2, abgebildet habe. Dieser bestehet aus einem starken küpfernen Gevässe, welches einen Hahn hat, der durch den Deckel hindurch gehet, und beinah bis auf den Boden reicht. Neben dem Hahne ist eine Oeffnung im Deckel, durch

welche man das Gefäße theils mit Wasser, theils mit verdichteter Luft füllet, und sodann die Oeffnung veste verschließt. Denn öffnet man nun den Hahn: so muß das Wasser durch denselben in die Höhe springen, und zwar darum, weil es die verdichtete Luft, welche im Gefäße auf ihm liegt, vermöge ihrer verstärkten Spannung heraus treibt. Ist aber diese innere Luft nur eben so dicht, folglich nicht stärker gespannt, als die äußere: so darf man nur die äußere Luft, welche das Gefäße umgiebt, hinweg pumpen, oder auch nur den obern Theil desselben stark erhitzen, um zu machen, daß das Wasser durch den offenen Hahn in die Höhe springt.

Auf die Verdichtung und Verdünnung der Luft gründen sich ferner auch die artigen Bewegungen des Cartesischen Teufels, die er auf Befehl seines Herrn macht. Ein solches Männchen bestehet bekanntlich aus Glas, ist inwendig, die Füße ausgenommen, durchaus hohl, und hat auf dem Kopfe ein paar Hörner, unten an der Seite seines dicken Bauches hingegen ein enges Löchelchen. Wenn man nun dieses Männchen allmählich stark erhizt, folglich die darin enthaltene Luft zum Theil heraus treibt, oder verdünnet, und es hierauf in heißes Wasser legt:

so

so tritt bei der Abkühlung desselben gar bald so viel Wasser durch gedachtes Löchelchen an die Stelle der herausgetriebenen Luft hinnein, daß das ganze Männchen nur noch mit seinen Hörnern über die Oberfläche des Wassers hervorragt, wenn man es darin schwimmen läßt. So zugerichtet, sezt man es in ein mit Wasser gefülltes hohes Glas mit einer etwas weiten Mündung, welche man sofort mit Schweinsblase veste zubindet, wie an dem Bilde Tab. X, Fig. 3, zu sehen ist. Drükt man alsdann die Blase ein wenig in das Glas hinnein: so drükt man zugleich auch auf das darunter befindliche Wasser, welches daher weichen muß. Dieses kann aber weiter nirgends hin, als in die größtentheils noch mit Luft angefüllte Höhle des gedachten Teufels ausweichen, und in diese tritt wirklich, während man auf die Blase drükt, ein wenig hinnein. Dadurch bekömmt er nun mehr eigenthümliches Gewicht, als das Wasser, und sinkt also darin unter. Läßt man aber mit jenem Drucke wieder nach: so zieht sich die gespannte Blase von Wasser wieder zurück, und jene in der Höhle des Teufels verdichtete Luft breitet sich wieder aus, indem sie eben so viel Wasser durch gedachtes Löchelchen heraus treibt, als man durch den Druck des Fingers hinnein ge-

preßt hatte, da dann das gehörnte Männchen auf diese Weise wieder weniger eigenthümliches Gewicht, als Wasser, erhält, folglich darin in die Höhe steigt. Drükt man schnell: so drehet sich das Männchen zugleich plötzlich um, und scheint im Glase gleichsam auf und nieder zu tanzen, welches Umdrehen aber bloß daher kömmt, weil sich das gedachte kleine Loch nicht mitten am Bauche, sondern an der Seite desselben befindet, und weil daher das Wasser allemal nur von einer Seite in das Männchen fähret.

Wie sehr endlich die ausdehnende Kraft oder die Spannung der Luft auch durch die bloße Hitze verstärkt werde, das ist Euch selbst schon aus der Erfahrung bekannt, indem Ihr wohl wisset, mit welcher Gewalt eine zu vest verstopfte Flasche zerspringt, wenn man sie aus Versehen zu heiß werden läßt. Aber deutlicher fällt ihre Ausdehnung in die Augen, wenn man eine zugebundene Schweinsblase, welche nur wenig kalte Luft zwischen ihren Falten enthält, und mithin sehr schlaff ist, in einen Kessel mit siedendem Wasser wirft: denn da schwillt sie sichtlich auf, und erscheint so gespannt, als ob sie Jemand mit großer Gewalt aufbließe, fällt aber auch sofort wieder zusammen, sobald man sie aufs neue kalt werden läßt.

Natür-

Natürlich ist auch diese Eigenschaft der Luft schon vor Alters den Menschen bekannt gewesen, und hat ebenfalls zu mancherlei artigen Betrügereien gedient, worunter vorzüglich diejenige merkwürdig ist, womit ehemals die ägyptischen Priester das einfältige Volk getäuscht haben, indem sie in ihren Tempeln solche Einrichtungen getroffen hatten, daß verriegelte Thüren sich selbst öffneten, wenn sie Feuer auf den Altären anzündeten, und ihren Göttern opferten. Ein solcher Altar war, wie dieses Bild, Tab. X, Fig. 4 zeigt, inwendig hohl und so hoch mit Wasser angefüllet, daß es beinah über den hinein gefügten Heber BCD reichte. Wenn daher die Luft in der Höhle A von dem darüber angezündeten Feuer erhitzt, und mithin ihre Spannung dadurch verstärkt wurde; so drückte sie das Wasser im Heber vollends bis an seine höchste Stelle C in die Höhe, worauf es, wie durch einen jeden andern Heber, sofort bis auf den Boden der Höhle heraus lief, und in den Kessel D floß, welcher dadurch nothwendig die Ueberwucht erhalten und niedersinken mußte, nachdem er vorher bloß dem Gegengewichte P die Waage gehalten hatte. Der Kessel war nämlich mit gedachtem Gegengewichte durch ein Seil verbunden, welches nicht nur über die Rollen R

und S gezogen, sondern auch bei M und N um die Wirbel der Thüren geschlungen war. Denn diese Wirbel zogen inwendig die Riegel zurück, so, daß die Thürflügel sich öffneten, sobald sich der Kessel senkte, und folglich die Wirbel umdrehete. Aber das Volk sah weiter nichts, als den obern Theil des Altars und etwa die Thürflügel, oder den Götzen, welcher hinter ihnen stand, indem ihm die ganze übrige Vorrichtung unter dem Fußboden des Tempels verborgen blieb.

Auf diese Weise kann man auch machen, sezte Philalethes hinzu, daß die Götzenbilder Blut weinen, oder Milch aus ihren Brüsten spritzen, wenn man ihnen Brandopfer anzündet, und was dergleichen mehr ist, worauf er seinen Unterricht für heute schloß.

---

## Vierzehente Unterhaltung.

### Von den verschiedenen Luftarten und ihren besondern Eigenschaften.

Nach einigen Tagen fuhr Philalethes in seinem Vortrage wieder folgendergestallt fort.

Wenn

Wenn man laues Wasser, Milch, Bier, Wein und andere flüßige Materien, unter die Kampane der Antlia bringt, und über ihnen die Luft hinweg nimmt: so entwickelt sich eine große Menge Luft aus ihnen selbst, welche in Gestallt kleiner und großer Blasen aus ihnen herausfähret, und eine starke Wallung oder ein Aufbraußen verursachet, so, daß dergleichen flüßige Wesen dabei ordentlich sieden, ohngeachtet sie nicht sehr warm sind. Versenkt man ein Stückchen Holz oder einen andern vesten Körper in kaltes Wasser, und nimmt man die darüber liegende Luft auf eben die Weise wieder hinweg: so treten ebenfalls eine Menge große und kleine Luftbläschen aus einem solchen Körper heraus, welche sodann durch das Wasser in die Höhe fahren, und an der Oberfläche desselben zerspringen.

Man siehet also zwar schon hieraus zur Genüge, daß die meisten flüßigen und vesten Materien eine große Menge Luft in ihrer Mischung enthalten, da man deren bloß mit Hilfe der Luftpumpe so viel aus ihnen heraus treiben kann. Aber noch weit offenbarer fällt eben dieser Satz dann in die Augen, wenn man gedachte Materien völlig zerstört, oder in ihre kleinsten Be-

standtheilchen auflöset, welches bald vermittelst gewisser ätzender Liqueurs, bald mit Hilfe des Feuers geschiehet, wobei denn gewöhnlich zugleich ein heftiges Aufbraußen erfolgt, weil sich alsdann die herausfahrende Luft erstaunlich aufbläs het, indem sie ihre kleinen Gefängnisse oder die Poros, worin sie eingeschlossen ist, mit Gewalt zerbricht. Fängt man nun diese Luft vermittelst einer besondern Vorrichtung in einem Gefäße auf: so findet man den Raum, welchen sie sodann einnimt, oft hundert und mehr mal größer, als den Raum, welchen der Körper selbst, worin sie verborgen lag, vor seiner Auflösung einnahm, zum deutlichen Beweise, daß dieselbe in dergleichen Körpern und Materien sehr dicht eingewickelt seyn muß. Und ohngeachtet sie eben so unsichtbar, eben so flüßig und eben so elastisch, wie die gemeine atmosphärische Luft ist: so unterscheidet sie sich doch in mancher andern erheblichen Hinsicht von dieser ungemein sehr, indem sie zugleich immer andere und andere merkwürdige Eigenschaften zeigt, je nachdem die Materien, aus welchen man sie entwickelt, verschieden sind. Man pflegt ihr, im Allgemeinen genommen, den Namen der **künstlichen Luft** beizulegen und sie sodann in verschiedene Arten einzutheilen, welchen man eben-

ebenfalls besondere Namen giebt. Mit einigen dieser Luftarten will ich Euch nun etwas ausführlicher unterhalten.

Der sogenannte chemisch-pnevmatische Apparat, oder das Werkzeug, womit man die meisten Arten dieser künstlichen Luft zu verfertigen pflegt, und welchen ich Euch durch dieses Bild, Tab. X, Fig. 5, erläutern will, bestehet in einem geräumigen Wasserkasten, worüber ein Bret BC bevestiget ist, welches bei C einen Einschnitt in Gestallt eines kleinen Zählbretes hat, so, daß man den Hals einer umgekehrten gläsernen Phiole oder Bouteille D, da wo er am engsten ist, hinnein schieben, und die Bouteille solchergestallt verkehrt in diesem Einschnitte veste stellen kann. Man muß nämlich die Bouteille in den mit Wasser gefullten Kasten legen, bis sie voll ist. Hernach kehrt man sie um, und schiebt sie mit ihrem Halse durch die enge Stelle des Einschnittes C dergestallt hinnein, daß, wenn man sie nun los läßt, sie im weitern Theile des gedachten Einschnittes veste sitzen bleibt. Beim Umdrehen und Aufstellen der Bouteille muß man aber die Oeffnung derselben ja nicht über die Oberfläche des im Kasten befindlichen Wassers erheben; denn sonst kollert welches aus ihr heraus,

aus, und es tritt, wie leicht zu erachten, Luft an dessen Statt hinnein, welches aber außerdem nicht geschiehet, indem vielmehr die Luft von Außen das Wasser in die Bouteille drückt, und sie angefüllt erhält. Neben dem Wasserkasten stehet eine gläserne Flasche E, deren Mündung mit einem eingeschmergelten Stöpsel genau verstopft werden kann. Gleich neben dem Halse hat aber diese Flasche noch eine Oeffnung, worein eine gläserne, wie ein liegendes lateinisches großes S gekrümmte Röhre FC paßt, welche sich mit ihrer vordern Krümmung im Halse der Bouteille unter der Wasserfläche endigt.

Schüttet man nun in die Flasche E ein wenig gestoßene Kreide oder Marmor, und gießt man Scheidewasser darauf, welches mit Wasser verdünnet ist: so entstehet sogleich ein heftiges Braußen in der Flasche, indem sich dabei eine große Menge Luft entwickelt, welche, wenn man die Mündung der Flasche verstopft, ihren Weg durch gedachte krumme Röhre nimt, und in Gestallt ziemlich großer Luftblasen durch das in der Bouteille enthaltene Wasser so lange in die Höhe perlt, bis diese von Wasser leer, von solcher Luft hingegen voll wird. Alsdann kann man die Bouteille unter dem Wasser verstopfen,

und

und sie abheben, um eine andere darauf zu stellen, und in ihr die noch ferner übertretende Luft auf eben diese Weise aufzufangen.

Also befindet sich nun in diesen Bouteillen eine besondere Luftart, welche den Namen der **Luftsäuere** führet, wiewohl man sie auch fixe oder veste Luft schlechthin, und Wein- oder Bier-Glas zu nennen pflegt, weil sie sich auch bei der Gährung des Weins und Bieres in sehr großer Menge entwickelt, indem sie da gleichfalls in Gestallt kleiner Blasen darin aufsteigt, und eben dasjenige ist, was den Schaum bei der Gährung bildet. Sie ist es auch, worin bei dem Wein und Biere der angenehme Geschmack und jene stärkende oder erfrischende Eigenschaft bestehet, woraus zugleich abzunehmen ist, warum diese Säfte ihren angenehmen Geschmack verlieren, und schal und sauer werden, wenn man sie zu lang gähren, folglich zu viel von dieser Luft aus ihnen fortgehen läßt. Man kann also auch solche schale Pflanzensäfte dadurch wieder verbessern, wenn man ihnen dergleichen Luft in gehöriger Menge aufs neue beimischt, welches dadurch, daß man sie in flachen Wannen auf andere solche gährende Säfte stellet, und sie

dabei

dabei umrühret, zum bequemsten geschiehet, weil sich alsdann diese Luft, welche sich aus den gährenden Säften entwickelt, von selbst in die darüber stehenden Schalen ziehet, und sich mit ihnen vermischt. Man kann sie jedoch dergleichen Säften, besonders aber dem kalten Wasser, auch durch Schütteln beimischen, und auf solche Weise alle Arten von Gesundbrunnen durch die Kunst bereiten; denn sie ist bei allen sogenannten mineralischen Wässern das Hauptingredienz, und es ist leicht zu erachten, daß man die übrigen Ingredienzen nur noch in der erfoderlichen Quantität hinzu setzen darf, um diese oder jene Art von Gesundbrunnen vollkommen nachzumachen. Was aber für arzneiartige Theile und in welcher Menge dieselben in jedem dieser Wässer enthalten sind, solches ist allen Aerzten bereits längst hinlänglich bekannt.

In Speißen und Getränken genossen ist also diese Luftart, welche einen ziemlich sauern Geschmack hat, sehr gesund. Aber einathmen darf man sie nicht, weil man betäubt und sinnlos davon hinfällt, und sehr bald gar ersticken muß, wenn man nicht geschwind wieder in frische reine Luft gebracht wird. Also muß man mit großer Vorsicht in einen Keller gehen, worin viel junger

Wein

Wein oder junges Bier liegt, welches etwa noch stark aufstößt. Man hat auch Beispiele genug, daß die Menschen in solchen Kellern wie todt hingefallen, und auch wirklich gestorben sind, wenn man ihnen nicht schnell zu Hilfe geeilt ist. Schlimm ist es dabei, daß auch die Lichter in solcher Luft augenblicklich verlöschen, und daß man also in dergleichen Kellern zugleich in Finsterniß geräth. Ist jedoch die Gährung in einem solchen Keller, wie gewöhnlich, nicht mehr sehr stark, und befindet sich nicht gar zu viel junges Bier darin: so kann man demohngeachtet ohne Gefahr hinnein gehen, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, sich nicht sehr zu bücken, sondern Mund und Nase so hoch zu tragen, als möglich ist, wobei man denn auch das Licht oder die Fackel in die Höhe halten muß: denn diese sauere Luft hat mehr eigenthümliches Gewicht, als die gemeine einathembare, daher sie auch in dieser stets zu Boden sinkt, und also immer nur die niedrigsten Stellen in ihr einnimt. Nicht weit von Neapel befindet sich am Fuße eines Berges eine Höhle, die den Namen der Hundegrotte führet, und in welcher sich solche sauere Luft stets von selbst entwickelt, aber immer nur unten am Boden liegen bleibt. Menschen können daher ohne Bedenken mit Fackeln hinnein gehen

und

und sich umsehen: aber Hunde sterben darin, weil sie ihre Schnauzen bei weitem nicht hoch genug halten können, und mithin solche Luft einathmen.

Schüttet man Eisenfeilspäne oder gefeilten Zink in die vorhin beschriebene gläserne Flasche, und gießt man Vitriolöhl hinzu, welches ohngefähr mit fünf mal so viel Wasser verdünnet ist: so füllt sich die Bouteille eben so, wie vorhin, mit einer Art von Luft, welche den Namen der brennbaren Luft führet, weil sie ordentlich wie ein Licht mit einer Flamme ohne Geräusch brennt, wenn man sie durch eine enge Oeffnung aus der Bouteille heraus treibt, und sie daselbst anzündet. Vermischt man sie aber mit gemeiner atmosphärischer Luft, oder noch besser, mit sogenannter dephlogistisirter, die ich Euch sogleich auch bekannt machen will: so entzündet sie sich mit einem heftigen Knalle, sobald Feuer dazu kömmt. Was aber das merkwürdigste dabei ist: so bestehet solches darin, daß diese beiden Luftarten beim Verbrennen allezeit Wasser zurücke lassen, woraus nothwendig folgen muß, daß entweder die eine dieser beiden Luftarten größtentheils aus aufgelößtem Wasser bestehe, oder daß das Wasser selbst aus diesem beiden Luftarten zusammengesezt,

gesezt, und mithin weiter nichts, als eine Mischung aus zweierlei verdichteter Luft sey, daher man sich denn auch gar nicht wundern darf, daß man aus dem Wasser eine so erstaunliche Menge Luft absondern oder bereiten kann.

Gedachte brennbare Luft entwickelt sich auch aus den Excrementen der Thiere, und andern faulenden Dingen, insbesondere aber kann man sie über schlammigen Sumpfen häufig auffangen. Denn wenn man den Schlamm solcher Sümpfe mit einem Stabe umrühret: so fahren viele Luftblasen daraus in die Höhe, über welche man einen Trichter sturzt, an dessen obern dünnen Ende eine zusammen gefaltete Schweinsblase bevestiget ist, worin sich dann diese Luftblasen sammlen. Man pflegt sie sodann zwar nur schlechthin Sumpfluft zu nennen: aber sie unterscheidet sich, wenn sie recht rein ist, von der eigentlichen brennbaren dennoch nicht im geringsten, und kann also diesen Namen ebenfalls beibehalten.

Sie hat im übrigen wohl zehen bis zwölf mal weniger eigenthümliches Gewicht, als die gemeine atmosphärische, die wir hier auf dem flachen Lande athmen, weswegen man auch die Flaschen, worin sie aufgefangen wird, veste

verstopfen und in einer umgekehrten Stellung aufbewahren muß, weil sie sonst neben dem Stöpsel heraus fähret, und in die Höhe steigt. Wegen dieser großen Leichtigkeit gebraucht sie daher auch Blanchard, um seinen Luftballon damit zu füllen; denn ein so großes Volumen voll solcher Luft, wie sein Ballon ist, wiegt, sammt seiner Hülle und Herrn Blanchard selbst, allerdings noch viel weniger, als ein eben so großes Volumen voll atmosphärischer Luft, welche sich bei uns hier nah am Erdboden befindet, und aus diesem Grunde muß der Ballon vermöge des oft angeführten hydrostatischen Gesetzes, nothwendig in die Höhe steigen. Doch dürft Ihr nicht wähnen, daß er sich über einige tausend Fuß hoch erhebe; denn in einer solchen Höhe ist die atmosphärische Luft schon so locker, daß ein solcher Ballon mit einem Menschen und einigen Geräthen sich nicht weiter in ihr erheben kann; vielmehr senkt er sich sodann wieder auf den Erdboden herab, und zwar darum, weil die brennbare Luft bald verfliegt, oder weil der Ballon nie dichte genug ist, um zu verhindern, daß etwas von ihr heraus zu dringen vermag. Was endlich ihren Einfluß auf unsere Gesundheit betrifft: so darf man sie weder in Speiße und Trank genießen, noch einathmen, weil

sie

sie in beiden Fällen höchst schädlich, ja sogar tödlich ist.

Will man dephlogistisirte Luft bereiten: so muß man Feuer dazu gebrauchen, wie solches ebenfalls aus dem Bilde Tab. X, Fig. 5, erhellet. Vor den Wasserkasten sezt man nämlich einen chemischen Ofen, und in diesen legt man eine Retorte R, welche beinahe bis zur Hälfte mit gereinigtem Salpeter angefüllet ist. An den Hals derselben wird eine mössingene oder eiserne Röhre M mit Lehm gekuttet, und an diese bevestigt man eine Blase N, aus welcher sich endlich die wie ein S gebildete Röhre in den Hals der Bouteille D in die Höhe krümmt, so, daß man sie leicht aus demselben hervorziehen, und wieder hinnein schieben kann, ohne darum die Röhre M oder die Retorte R selbst aus ihrer Lage zu verrücken. Dann schüttet man den Ofen bis über die Retorte voller Kohlen, die man sofort in starke Gluth bringt. Nachdem nun diese ohngefähr eine halbe Stunde lang in völliger Gluth gestanden haben: dann fängt die dephlogistisirte Luft an, sich aus dem Salpeter zu entwickeln, und fährt wie ein kleiner Wind in die Bouteille D herüber. Ein einziges halbes Pfund gereinigter Salpeter giebt

wohl sechzig Quartbouteillen solcher Luft; und man muß daher deren so viele mit Wasser gefüllt bei der Hand haben, damit man geschwind eine andere in das Bret BC stellen kann, sobald eine voll ist. Wollte man dabei langsam zu Werke gehen: so würde zu viel solche Luft vorbei fahren. Um aber auch in der kurzen Zeit, während welcher man eine volle Bouteille abnimt, und eine andere aufstellt, nichts vorbei zu lassen, so dient hiezu die Blase N ebenfalls; denn indem ein Gehilfe die vordere Oeffnung der gekrümmten Röhre mit einem darauf gedekten Finger verschließt, bläßt sich diese Blase auf, und man kann hernach die darin gesammelte Luft in die aufgestellte Bouteille mit beiden Händen sehr schnell hinnüber drücken.

Diese sonderbare Luftart, welche an Dichtigkeit und eigenthümlichen Gewicht unsere gemeine atmosphärische Luft ungemein wenig übertrifft, besitzt eine außerordentlich stärkende und erfrischende Kraft für alles was Athem hat, und wird mithin auch als ein sehr heilsames Arzneimittel bei denjenigen Personen gebraucht, welche in schädlichen Luftarten bereits erstickt zu seyn scheinen, indem sie ihnen der Arzt vermittelst eines besondern Werkzeuges in die Lungen

bläßt,

bläßt, wenn solche Personen selbst gar nicht mehr athmen. Aber in Speiße und Trank darf man sie nicht genießen, und sie vermischt sich auch nicht gern damit. Ueber dieses brennen in ihr alle brennbare Körper mit einer außerordentlich starken Flamme, und werden in ihr dadurch viel geschwinder, als in gemeiner Luft verzehret. Schwefel, welcher in gemeiner Luft bekanntlich nur mit einer blaulichen matten Flamme brennt, wirft in der dephlogistisirten hundert mal hellere Stralen von sich, und brennt mit einem Glanze, der die prächtigsten Farben zeigt. Hält man in einem Löffelchen ein wenig angezündeten Kunkelischen Phosphorus hinnein: so brennt er darin mit einer Flamme, die dem Glanze der Sonne selbst nichts nachgiebt. Stekt man an eine stählerne Uhrfeder ein wenig angeglimmten Feuerschwamm, und hält man ihn dann in solche Luft: so geräth der Schwamm augenblicklich in helle Flamme, und zündet auch die Stahlfeder selbst an, welche nun, nachdem der Schwamm verbrannt ist, für sich allein wie ein helles Licht brennt, und zugleich wie Butter schmelzt, so, daß die Tröpfchen in Gestallt großer prasselnder Feuerfunken in der Bouteille, worin man den Versuch anstellet, herum fliegen. Auf gleiche Weise kann man auch einen ziemlich dicken ei-

fernen Drath darin anzünden, welcher sodann ebenfalls wie ein Talglicht brennt, und zugleich schmelzt, indem er ordentliche feuerige Tropfen dabei fallen läßt, welche nichts anders, als flüßiges Eisen sind. Kurz, man mag anzünden was man will, alles brennt in solcher Luft weit heftiger und mit einem viel hellern Glanze, als in der gemeinen atmosphärischen, welche jedoch unter allen übrigen Luftarten nur noch allein geschikt ist, eine Flamme zu unterhalten, und das Verbrennen der Körper zu befördern.

Man kann aber im übrigen diese Luft nicht allein aus dem Salpeter, sondern auch aus verschiedenen Metallkalchen auf die beschriebene Weise absondern, und frische Pflanzen duften bei Tage dieselbe von sich selbst in großer Menge von sich, daher man auch am Tage in den Gärten eine sehr gesunde Luft athmet. Bei nächtlicher Weile hingegen entwickelt sich aus allen Gewächsen, besonders aber aus den Blumen, eine schädliche Luft, und eben darum muß man sich des Nachts nicht viel unter Bäumen aufhalten, vielweniger Blumen und andere frische Pflanzen im Schlafzimmer dulden.

Außer diesen drei angeführten künstlichen Luftarten lassen sich noch eine Menge anderer bereiten, die zwar gleichfalls ihre besondern Eigenschaften besitzen, hauptsächlich aber nur den Scheidekünstler interessiren, daher wir uns dabei weiter nicht aufhalten wollen.

Nur einer einzigen muß ich noch gedenken, und zwar darum, weil man durch sie die verschiedene Güte der Luft, welche man athmet, leicht beurtheilen oder bestimmen kann. Man pflegt sie Salpeterluft zu nennen, und sie entwickelt sich, wenn man Salpetergeist auf Quecksilber oder Kupfer, oder auch auf Zucker gießt. Vermischt man sie mit anderer Luft: so verschlingt sie von ihr desto mehr, je tauglicher diese leztere zum Athmen ist, ja die reine dephlogistisirte, welche der Gesundheit wenigstens unter gewissen Umständen am zuträglichsten zu seyn scheint, wird von ihr gänzlich verschlungen, da hingegen diejenigen Luftarten, welche der Gesundheit schaden, wenn man sie athmet, gar nicht von ihr angegriffen und gar nicht verzehret werden.

Um also zu erforschen, wie gut oder wie schlecht an einem Orte die Luft ist, welche man athmet: so bedient man sich dazu eines beson-

dern Werkzeuges, welches den Namen des Eudiometers, auf deutsch, des Luftgütemessers führet, und von welchem Ihr Euch durch dieses Bild, Tab. X, Fig. 6, eine sinnliche Vorstellung machen könnet. Es bestehet aus einer langen, inwendig mattgeschliffenen, gläsernen Röhre, die aus zwei Stücken AB und BC zusammen gesezt, und wovon das kürzere BC mit einem Hahne, das längere AB hingegen mit einer Gradleiter versehen ist, an welcher man das ganze Werkzeug oben bei A mit einem Faden bald hoch bald niedrig aufhängen kann. Beide Stücken dieser Glasröhre sind an ihren zusammengefügten Enden bei B mit zusammen geschmergelten mössingenen Hülsen eingefaßt, so, daß das untere Stück sich leicht vom obern abziehen und wieder vest anschieben läßt.

Will man nun einen Versuch damit anstellen: so füllet man vor allen Dingen das untere Stücke mit Wasser, und gehet sodann damit an den Ort hin, aus welchem man die zur Prüfung bestimmte Luft nehmen will. Hier giesst man das Wasser aus, da dann sogleich Luft an dessen Stelle hinnein tritt, und nun drehet man den Hahn zu, um diese eingesperrete Luft mit nach Hause zu nehmen. Alsdann legt man

den

den obern Theil in den vorhin beschriebenen Wasserkasten, so lange, bis die Röhre mit Wasser gefullet ist, worauf man sie an ihrem obern Ende A in die Höhe ziehet, ohne jedoch das untere Ende B über die Wasserfläche zu erheben, weil das Wasser sonst heraus kollern würde, indem die Röhre im Durchmesser viel weiter, als ein Wassertropfen ist, und folglich das ohnlängst bemerkte Schwanken dieser untern Wasserfläche nicht hindert. Mithin muß man das mit Luft gefüllte untere Stück im Wasser selbst an dieses untere Ende des obern hinnan schieben, und sodann den Hahn öffnen, da dann die gedachte Luft sofort in den obern Theil steigt, indem dafür eben ein so großes Volumen voller Wasser in den untern herab sinkt. Sind also beide Stücken von einerlei Weite, und beträgt etwa die Länge des untern fünf Zoll: so wird nun diese Luft oben bei A einen Raum einnehmen, der eben so lang ist, indem der übrige Raum bis B und C herab noch mit Wasser angefüllet bleibt. Aber jezt ziehet man das untere Stück wieder ab, um es mit Salpeterluft zu füllen, welche man hierauf eben so, wie jene, in das obere Stück hinnauf läßt. Ist nun jene zuerst hinnauf gelassene Luft von einer Art, welche zum athmen nichts taugt: so verzehrt lez-

tere von ihr gar nichts, und beide zusammen nehmen in der obern Röhre einen zehen Zoll hohen Raum ein, weil zwei mal fünf zehen macht. Ist aber jene erstere Luft von derjenigen Art, welche den Namen der dephlogistisirten führet und zum athmen am tauglichsten zu seyn scheint: so wird sie von der hinzugelassenen Salpeterluft in wenigen Minuten gänzlich verzehrt, indem da nicht zehen, sondern nur fünf Zoll oben bei A mit Luft angefüllet bleiben, ohngeachtet in den ersten Augenblicken, nachdem man die Salpeterluft hinzu gelassen hat, beide zusammen wirklich zehen Zoll einnehmen. Da nun aber die atmosphärische Luft, welche wir gewöhnlich athmen, nie so gut, wie die dephlogistisirte, aber auch nie so schlecht, wie irgend eine künstliche nicht einathembare Luftart ist, ohngeachtet sie sich selbst in Ansehung ihrer Güte zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Stellen gar sehr unterscheidet: so hält bei ihrer Untersuchung das Eudiometer zwischen gedachten beiden Extremen immer einen Mittelweg, welcher sich von dem rechten Mittel bald viel bald wenig ablenkt, und welchen man durch die auf der Gradleiter angegebene Grade vermittelst eines Zeigers, der sich auf und nieder schieben läßt, ziemlich genau bestimmen kann.

Funfze-

## Funfzehente Unterhaltung.

### Verschiedene chemische Wirkungen der atmosphärischen Luft.

Fast alle veste Körper, fuhr Philalethes fort, werden unscheinbar und zerfallen allmählich, wenn sie der Luft und Witterung ausgesezt sind, so, wie die flüßigen und weichen Materien, auf welche die freie Luft wirken kann, sehr bald in Fäulniß übergehen, oder auch wohl gänzlich in ihre feinsten Theilchen aufgelöset werden, und verfliegen. Standbilder aus Bronze dauern bekanntlich nicht ewig, sondern werden schon nach Ablauf einiger Jahrhunderte wenigstens an ihren Oberflächen rauh und gleichsam wie wurmfräßig, und nach mehrern Tausenden von Jahren sind sie fast gar nicht mehr zu erkennen. Marmor ist von einer noch kürzern Dauer, und eiserne, bleierne, küpferne, zinnerne Geräthe werden in der freien Luft gar bald vom Roste zerfressen. Nur die härtesten Edelsteine, wie auch Gold, Silber und Platinna scheinen dem alles verzehrendem Zahne der Zeit zu trotzen, wiewohl auch sie, wenn sie lange genug der Luft und Witterung ausgesezt

bleiben, nach und nach etwas von ihrem Glanze verlieren. Sogar die härtesten Felsen und nackenden Gipfel der steilen Gebirge werden an ihren Oberflächen von der atmosphärischen Luft allmählig zerfressen, und in lockere Erde verwandelt, welche sodann vom Regen und Schnee in die Thäler oder auf das flache Land herabgespühlet wird. Mithin kann man die atmosphärische Luft als ein Auflösungsmittel aller übrigen Körper und Materien betrachten, ohngeachtet sie auf einige derselben nur sehr langsam und sehr unmerklich wirkt.

Wasser, welches der freien Luft ausgesezt ist, verduftet nach und nach gänzlich: ich sage, die Luft löset es nach und nach in seine feinsten Theilchen auf, und nimmt solche in sich. Verstopft oder bedeckt man aber das Gevässe, worin das Wasser enthalten ist, recht genau: so verduftet nichts davon, weil alsdann die äussere Luft, oder das Auflösungsmittel, nicht mehr darauf wirken kann. Dagegen kann man aber auch das Verduften oder Verdünsten desto besser befördern, je grösser man die unbedekte Oberfläche des Wassers macht, welches verdünsten soll, und je öfter man die darauf wirkende Luft mit einem Fächer erneuert, welches leztere aber dann von sich selbst geschiehet, wenn die

Luft

Luft windig ist. Hieraus ist aber auch aufs neue klar, daß die Ausdünstung nichts anders, als eine wahre Auflösung sey. Wir wissen nämlich schon, daß jede Auflösung desto geschwinder von Statten gehet, je mehr Stellen die aufzulösende Materie dem Auflösungsmittel zum Angriff darbietet, wie auch, daß eine bestimmte Menge des leztern mehr nicht, als eine bestimmte Menge der erstern aufzulösen und in sich zu nehmen vermag. Dieses alles geschiehet nun hier ebenfalls. Denn je größer die flache Schüssel im Umfange ist, in welche ich ein wenig Wasser aus einem engen Glase gieße: desto größer mache ich die Oberfläche desselben, und biete daher desto mehr Stellen der darauf liegenden Luft zum Angriff dar. Dadurch aber, daß ich Wind über das Wasser blasen lasse, dadurch mache ich, das alle Augenblicke eine frische Menge des Auflösungsmittels darauf wirken, und mithin gar keine Sättigung desselben Statt finden kann. Ueberdieses wird auch die Ausdünstung durch die Wärme beträchtlich befördert, und solches hat sie bekanntlich mit jeder andern Auflösung ebenfalls gemein, daher man auch weiter gar nicht zweifeln darf, daß die wässerigen Materien von der atmosphärischen Luft ordentlich aufgelöset werden.

Stellt man eine tiefe durchaus gleichweite Wanne mit Wasser in die freie Luft unter einen Schauer, so, daß zwar Wind und Sonnenschein darauf wirken, aber kein Regen oder Schnee hinnein fallen kann: so findet man nach Ablauf eines Jahres das Wasser in der Wanne nur noch zehen bis zwölf Zoll hoch, wenn es zu Anfange desselben vierzig Zoll hoch darin gestanden hat, woraus also folgen mag, daß die gewöhnliche Ausdünstung in unsern Gegenden jährlich 28 bis 30 Zoll beträgt, oder daß jeder Fluß, jeder See, so hoch abdünstet, indem es auf die Tiefe dabei gar nicht, sondern nur auf die Größe der ausdünstenden Oberfläche ankömmt. In wärmern Gegenden ist aber diese Ausdünstung, wie leicht zu erachten, noch merklich größer. Da nun die Oberfläche der Erdkugel etwas über die Hälfte mit Wasser bedekt ist, wenn man zum Ocean auch die Meerbusen, die Seen, Teiche und Flüsse rechnet, und da überdieses nicht nur alle Vegetabilien, sondern auch alle Thiere und Menschen beträchtlich ausdünsten: so ist leicht zu erachten, daß die Atmosphäre täglich eine ungeheuere Menge Wasser in sich nimmt, wiewohl sich dasselbe auch gewöhnlich bald wieder aus ihr präcipitirt, und als Regen oder Schnee oder Thau oder Hagel herab fällt.

Ohnge-

Ohngeachtet nun die Luft hauptsächlich auf das Wasser wirkt und sich mit selbigem täglich am meisten sättigt: so verbinden sich doch auch die brennbaren Theile der Oehle, desgleichen die flüchtigen Theile der Salze, welche bald von sauerer, bald von laugenartiger Natur sind, sehr leicht und in großer Menge mit ihr, woraus wir also abnehmen können, daß die Atmosphäre zwar hauptsächlich aus dephlogistisirter Luft bestehe, dabei aber zugleich eine große Menge brennbarer, wäßriger, sauerer, laugenartiger, ja vielleicht auch feiner erdiger Materientheilchen in ihrer Mischung enthalte, und eben wegen dieser ihr beigemischten scharfen Materien sogar Steine und Metalle allmählig aufzulösen vermögend sey. Denn die gedachten scharfen Materien hängen sich vorzüglich an die in der Luft aufgelöseten Wassertheilchen, welche sich bekanntlich sehr häufig an die im Freien befindlichen Steine und Metalle anlegen: folglich müssen diese wegen der gedachten ätzenden Theile nothwendig angegriffen oder angefressen werden. Fettige und öhlige Materien hingegen widerstehen der Feuchtigkeit, und erlauben ihr und ihren ätzenden Theilchen nicht, sich an sie anzulegen, woraus zugleich abzunehmen ist, warum Metalle und Steine dem Roste und der Zerstörung

in der freien feuchten Luft weit länger widerstehen, wenn man sie mit Firniß oder Fett dicht überziehet, als außerdem.

Noch weit stärker, als die Steine oder Erden und Metalle, ziehen jedoch die laugenartigen Salze, namentlich Potasche und Weinsteinsalz, jene wäßrige Feuchtigkeit aus der Luft an sich, daher auch diese Salze sehr bald wie Wasser zerfließen, wenn man sie in offenen oder nicht recht gut verwahrten Gefäßen der freien feuchten Luft aussezt: wiewohl etwas ähnliches auch bei den meisten übrigen porösen Materien, welche weniger feucht, als die Luft sind, Statt findet, indem sie diese Feuchtigkeit ebenfalls begierig einsaugen. Holz und Elfenbein, zum Beispiele, quillt in feuchter Luft, und wird zähe: in trockener schwindet es und wird spröde oder hart. Darmsaiten und Seile, ingleichen die Grannen der Haberkörner drehen sich in feuchter Luft zurück, und verkürzen sich, indem sie dabei schwellen: in trockener hingegen drehen sie sich wieder zusammen, und verlängern sich nicht nur, sondern werden auch dünne, und so ferner.

Daher bedient man sich solcher Materien und Körper zu gewissen Werkzeugen, welche den Namen der **Hygrometer** oder **Hydroskope**

führen,

führen, und uns zu erkennen geben, ob viel oder wenig Feuchtigkeit in der Luft, welche man untersucht, enthalten ist, und ob es bald regnen wird, oder nicht. Vermuthlich kennet Ihr auch diejenigen kleinen Häuschen, bei welchen ein geschniztes Weibchen an der Thüre stehet, wenn trockenes Wetter, ein Männchen hingegen, wenn feuchtes Wetter werden soll. Dieß ist ein solches Werkzeug. Denn die dünne hölzerne Scheibe, an deren Peripherie die beiden kleinen Figuren stehen, hängt im Häuschen von ihrem Mittelpunkte aus an einer Darmsaite, die sich bei feuchter Luft ein wenig auf, bei trockener hingegen zudrehet, mithin ein mal das Männchen, das andere mal das Weibchen an die Thüre stellt. Aber freilich ist ein solches Hygroskop zu keinem wissenschaftlichen Gebrauche anwendbar, daher sich auch die Naturforscher zu ihren feinen Beobachtungen eines weit künstlichern bedienen, welches mit überaus akkuraten Abtheilungen versehen ist, und wozu sie gewöhnlich ein langes in Sodasalze gekochtes Menschenhaar gebrauchen, weil sich dieses in feuchter Luft, so lange sie einerlei Wärme behält, ungemein regelmäßig verlängert, in trockener hingegen eben so regelmäßig wieder verkürzt.

Gestern haben wir gesehen, daß bei der Gährung eine grosse Menge sauere Luft aus den gährenden Säften empor steigt: und jezt setze ich noch hinzu, daß auch die Gährung selbst nichts anders, als der Anfang einer Auflösung ist, welche die atmosphärische Luft als Auflösungsmittel bewirkt, wie Ihr selbst gar leicht begreiffen werdet, wenn ich Euch diese Operation der Natur selbst ein wenig ausführlicher werde beschrieben haben.

Nämlich, wenn man die mehligen Theile der Gewächse mit einer hinlänglichen Menge reinen Wassers vermengt, oder auch die süßen Säfte derselben, ohne weiter etwas dazu zu thun, an einen mäßigwarmen Ort stellt, und freie atmosphärische Luft auf sie wirken läßt: so gerathen die Theile in eine besondere innerliche Bewegung, und schäumen, und hauchen gedachte sauere Luft von sich in die Atmosphäre, das heißt, sie gerathen in Gährung, wobei sich in ihnen zugleich ein wohlschmeckender berauschender Spiritus erzeugt.

Man unterbricht also gewöhnlich diese Gährung sogleich, sobald man den gedachten Spiritus durch den Geruch empfindet. Bestehet nämlich ein solcher gährender Saft aus Bier oder

Wein:

Wein: so vasset man ihn in Fässer oder Bouteillen, welche man verstopft, auf daß die äußere Luft nicht mehr darauf wirken, und mithin die Auflösung nicht weiter fortsetzen kann. Bestehet er aber aus dem sogenannten Gute, woraus Brandtwein gebrennt wird: so f llt man ihn sofort in die Brennblase, wo die äußere Luft ebenfalls nicht weiter darauf zu wirken vermag.

Denn wofern die äußere Luft län er in einen solchen Saft wirkt: so ziehet sie auch die gedachten nur allererst in ihm erzeugten oder entwickelten spirituösen Theilchen an sich, und es verwandelt sich der noch übrige Saft in Essig, sobald jene spirituösen Theilchen verflogen oder vergohren sind.

Verwahret man diesen Saft nun noch nicht in verstopften Gevässen, und giebt man also zu, daß die Luft ihn noch weiter auflösen kann: so gehet er in Fäulniß über, und es erzeugen sich Insekten darin, die da ihr Wesen so lange treiben, bis alles aufgelöset, verdünstet, und vertrocknet ist.

Hieraus gehet nun hervor, daß die süßen und mehligen Pflanzensäfte drei Hauptstufen oder

Graden der Auflösung unterworfen sind, ehe sie völlig zerstöret und in andere Wesen umgeschaffen werden. Die erste dieser Stufen pflegt man Weingährung, die zweite Essiggährung, die dritte Fäulniß zu nennen; und es ist, wie leicht zu erachten, nie möglich, dergleichen Säfte von der Fäulniß zur Essiggährung, oder von dieser zur Weingährung zurücke zu führen.

Daß im übrigen ein gährender Saft einen andern leicht zum Gähren bringt, wenn man etwas von ihm zu diesem mischt, wie auch daß diese drei Stufen der Auflösung eine merkliche Wärme erfodern, ist so allgemein bekannt, als man weiß, daß ein wenig Sauerteig den ganzen Teich säuert, und daß im Winter, wenn das Wasser zu Eis gefrieret, in der freien Luft nicht nur nichts fault, sondern auch nichts in Gährung geräth.

Aber bei der Fäulniß ist noch zu bemerken, daß ihr nicht allein die süßen und mehligen Pflanzensäfte, sondern überhaupt alle thierische und vegetabilische Materien und Körper, welche wäßrige Theilchen enthalten, unterworfen sind, indem sie jene beiden erstern Stufen ihrer Auflösung nur darum überschreiten, weil sie in

ihrer

ihrer Mischung weder die spirituösen noch die essigartigen Theilchen in merklicher Menge besitzen. Dafür sind sie aber mit sehr feinen brennbaren Theilchen vermischt, welche, indem sie während ihrer Auflösung eine heftige innerliche Bewegung verursachen, öfters eine gelinde Wärme und ein schwaches Licht von sich geben, wie man vorzüglich am faulenden Holze wahrnimt.

Verwahrt man einen thierischen oder vegetabilischen Körper vor dem Zutritte der freien Luft, oder entziehet man ihm alle Feuchtigkeit, oder bringt man ihn an einen sehr kalten Ort, wo er gefrieret: so geht er nicht in Fäulniß über, weil ohne freie Luft, ohne Wärme und ohne Feuchtigkeit nichts fault. Wir bedienen uns aber gewöhnlich der Salze, vorzüglich des Salpeters, wie auch des Rauches oder des Rußes, um das Fleisch, welches wir Monathe lang für die Küche zu Speißen aufbewahren wollen, vor der Fäulniß zu schützen; denn diese Dinge widerstehen ihr im Fleische ebenfalls ungemein lange, so, wie auch der Weingeist und alle Säuren solches thun, nur daß diese leztern die Fleischfasern hart und ungenießbar machen.

Was endlich die Steine und andere mineralische Körper betrift: so pflegt man ihre Auf-

lösung, die sie von der freien Luft erleiden, das Verwittern zu nennen. Sie zerfallen öfters dabei, und verwandeln sich in Erde, ohngeachtet sie vorher harte Körper waren. Feuchtigkeit wird aber zu dieser Auflösung nicht erfodert, wie etwa zur Fäulniß, indem sie auch auf den allerhöchsten Bergen in der trockensten Luft erfolgt, woraus man leicht abnehmen kann, daß die Luft öfters auch für sich selbst, und also bei weiten nicht immer vermittelst fremdartiger wäßriger Theile, als ein Auflösungsmittel wirkt.

Nächstens wollen wir uns von dem Schalle zu unterhalten suchen, sezte Philalethes hinzu, indem er diese Vorlesung hiemit beschloß.

---

## Sechzehente Unterhaltung.

### Betrachtung über den Schall.

Vor einiger Zeit habe ich eine Schrift gelesen, die ebenfalls von dem Schalle handelte, sagte Karl, als er sich mit seiner Schwester aufs neue bei Philalethes eingefunden hatte. Der Verfasser dieser Schrift sagt, sezte Karl hinzu, der Schall sey nichts weiter, als eine

Erschütterung der Luft, welche sich sofort zu unsern Ohren fortpflanze, um die innern Theile derselben ebenfalls zu erschüttern, und auf diese Weise den Sinn des Gehörs in uns zu erregen — Ist aber auch wohl, fragte er, diese Erklärung richtig?

Nicht gänzlich, versezte Philalethes. Denn aus dieser Erklärung würde folgen, daß zu der Empfindung des Schalles nothwendig Luft erfoderlich sey, da doch die Erfahrung das Gegentheil deutlich lehret, weil man auch unter dem Wasser beinah eben so gut hören kann, als in der freien Luft, welches nicht nur die Täucher, sondern auch verschiedene Versuche, die man mit Fischen angestellet hat, zur Genüge bezeugen.

Sie sagten aber ohnlängst, unterbrach ihn Amalie, daß in allen bekannten Materien eine große Menge Luft enthalten sey, wie auch, daß das Wasser insbesondere davon ganz erstaunlich viel enthalte. Also sollte man denken, sie könnte wohl auch als die Ursache desjenigen Schalles, welchen die Täucher und Fische im Wasser hören, betrachtet werden?

Nein, versezte Philalethes, man darf sie deswegen keineswegs als die Ursache desselben

betrachten. Man kann das Wasser, fuhr er fort, erwärmen und vermittelst der Antlia die darin enthaltene Luft fast gänzlich davon trennen: aber den Schall pflanzt solches luftreine Wasser demohngeachtet noch eben so stark und noch eben so gut fort, wie vorher, woraus offenbar folgen muß, daß die Luft nicht unumgänglich nöthig sey, einen Schall hervorzubringen, oder ihn hörbar zu machen.

Läßt man Schellen und Cymbeln, vermittelst einer besondern Vorrichtung, in luftleeren Gefäßen klingen: so hört man sie freilich nicht, wenn sie an einem nassen und weichen Faden ganz frei darin hangen. Bevestigt man aber einen solchen Cymbel an einen metallenen Stab, welcher mit seinem andern Ende aus dem Gefäß herausreicht: so erfüllet er allerdings die ganze Stube, in welcher man den Versuch anstellet, mit seinem Schalle, ohngeachtet er sich wirklich im luftleeren Raume befindet. Man darf auch nur einen dürren hölzernen Stab mit einem Ende desselben an den Resonanzboden eines Flügels, mit seinem andern Ende hingegen an die Zähne stämmen, wenn man bei übrigens vest verstopften Ohren die Töne sehr laut hören will, welche der Flügel hervorbringt, worauf man

man spielt. Und hieraus erhellet schon zur Genüge, daß der Schall bei weitem nicht allemal durch die Luft zu unsern Gehörorganen gelangen muß, und daß die Luft zum Schalle keinesweges unumgänglich nöthig ist.

Wir empfinden nämlich allemal einen Schall, so oft unsere Gehörnerven erschüttert werden, diese Erschütterung mag nun im übrigen durch die Luft, oder durch einen andern elastischen Körper zu uns gelangen.

Der gütige Urheber der Natur hat gedachte Gehörnerven aus besondern weißen Fasern, welche aus dem Gehirn herausgewachsen und feinen seidenen Fäden ähnlich sind, in Gestallt eines ungemein zarten Schleiers zusammen gewebet, und gewisse beinerne Höhlen, welche in den innersten Gegenden des Ohres verborgen liegen, gleichsam damit austapeziert, indem er in diesen Höhlen dem Gehör seinen Sitz angewiesen. Gleichwie nun die Tapeten eines Wohnzimmers augenscheinlich in eine Erschütterung gerathen, wenn man stark an die harten Wände klopft: eben so geräth auch das gedachte Nervengewebe in Erschütterung, wenn die beinernen Höhlen, worin es ausgespannt ist, erschüttert werden. Aber freilich darf man uns eben nicht an den Kopf

oder an die Ohren klopfen, um diese Erschütterung des Gehörnervens in uns zu bewirken; denn sein Gewebe ist viel zu zart, als daß es dieses vertragen kann, indem es nur gemacht ist, sehr feine zitternde Bewegungen schallender Körper zu empfinden, die das Auge selbst oft nicht einmal wahrzunehmen vermag, so scharf es auch immer die schallenden Körper betrachtet.

Will man sich aber dennoch von dieser feinen zitternden Bewegung schallender Körper auch durch das Gesicht überzeugen: so darf man nur feinen trockenen Sand auf den hervorstehenden Rand einer klingenden Glocke streuen, und man wird sogleich sehr deutlich sehen, daß die Körnchen desselben mit unbegreiflicher Geschwindigkeit darauf herum hüpfen, welches gewiß nicht geschehen könnte, wenn die Theile der Glocke nicht selbst in einer zitternden oder schwingenden Bewegung begriffen wären. An langen klingenden Saiten bemerkt man diese schwingende Bewegung ebenfalls augenscheinlich, und hier hat man, um diese Bewegung wahrzunehmen, nicht einmal nöthig, Sand auf die Saiten zu streuen, weil man sie bekanntlich ohnehin deutlich genug siehet.

Nun

Nun ist aber leicht zu erachten, daß dergleichen zitternde Körper ihre Bewegungen überhaupt allen elastischen Materien, mit welchen sie in Verbindung stehen, mittheilen müssen. Denn Ihr werdet Euch noch aus der Lehre von der Bewegung erinnern, daß jeder Stoß, jede Bewegung, durch eine lange Reihe elastischer Kugeln mit unverminderter Geschwindigkeit, und mit ungeschwächter Stärke fortgepflanzet wird. Solches gilt nun auch von den schallenden Körpern, weil jede einzelne Erschütterung, oder jede einzelne Schallschwingung nichts weiter, als ein solcher Stoß ist. Wer demnach einen dürren hölzernen Stab mit einem Ende desselben an den Resonanzboden dieses Flügels, mit seinem andern hingegen an den Mond stämmen könnte, der würde dadurch machen, daß die Bewohner dieses kleinen Weltkörpers, wenn es welche gäbe, Amalien eben so gut könnten spielen hören, als wir, die wir uns ganz nah bei ihr befinden, wie aus folgendem Versuche einigermaaßen deutlicher erhellen wird.

Philalethes war schon vorher, ehe sich noch Amalie und Karl zu dem heutigen Unterricht eingefunden hatten, darauf bedacht gewesen, die nöthigen Anstallten zu diesem Ver-

suche zu treffen. Er hatte nämlich etliche lange hölzerne Stäbe mit ihren Enden zusammen gefügt, und sie der Länge nach von der Stube, wo er jezt Unterricht gab, durch etliche Nebenzimmer bis an einen ziemlich abgelegenen Vorsaal geleitet, indem er sie mit nassen Schnüren horizontal aufgehängt hatte, daher sie nun ganz im Freien schwebeten, und nirgends einen festen Körper berührten. An das äußere Ende derselben, welches, wie gesagt, sich draußen auf einem Vorsaale befand, hatte er weiter nichts, als einen silbernen Löffel bevestigt, welcher vermittelst eines Bindfadens daran herab hieng. Nun befahl er dem Bedienenden, diesen Löffel einige Minuten lang mit einem hölzernen Stabe zu schlagen, und kehrte sofort zu seinen jungen Freunden in seine Stube zurück.

Horchet einmal an dieses Holz, sprach er zu Ihnen, indem er zugleich auf das innere Ende der gedachten zusammengefügten Stäbe zeigte. Ihr müßt aber die Ohren ganz nah daran halten, oder vielmehr anlegen, sezte er hinzu.

Amalie und Karl wunderten sich beide über den starken und angenehmen Klang, den sie jezt höreten, und meinten, daß er dem Klange

einer

einer ziemlich grossen Glocke, die ganz in der Nähe geläutet würde, gleich käme.

Laßt uns gehen, um diese Glocke aufzusuchen, erwiderte Philalethes, indem er mit ihnen gedachte Stäbe ihrer ganzen Länge nach verfolgte, und also zulezt auf den Vorsaal gelangte, wo der Bedienende noch immer beschäftigt war, sein Amt zu verwalten. — Die vermeinte große Glocke ist also weiter nichts, als ein silberner Löffel, sagte er.

Ist es möglich! riefen beide, und sezten hinzu, daß der Löffel jezt ja einen sehr elenden Klang von sich gäbe, welcher gar nicht mehr, wie vor einigen Augenblicken, mit jenem reinen und angenehmen Klange einer Glocke zu vergleichen wäre?

Legt nur hier das Ohr dicht an das Ende der Stäbe, sagte Philalethes: und als das geschah, empfanden sie durch dieses Ende der Stäbe wieder einen eben so starken und eben so angenehmen Klang, wie vorhin am vordern Ende, nur daß er zugleich mit jenem unangenehmern vermengt war, welcher von dem gleich dabei hangenden Löffel durch die Luft in ihre Ohren gelangte.

Wenn

Wenn Ihr, sezte Philalethes hinzu, den Faden, woran der Löffel hängt, mit den Fingern an die Ohren drücken, oder zwischen den Zähnen halten, dabei aber die Ohren im übrigen vest verstopfen wollet: so werdet Ihr seinen Klang ebenfalls noch so angenehm und so stark finden, wie Ihr ihn bei diesem Versuche durch die hölzernen Stäbe gehöret habt.

Also muß die Ursache der Lieblichkeit und Stärke dieses Klanges, fuhr er fort, als man sich in die Stube zurück begeben hatte, ohnstreitig in den vesten elastischen Körpern, durch welche er in unsere Ohren geleitet wird, zu suchen seyn. Solche veste elastische Körper nehmen nämlich alle Schwingungen der zitternden oder schallenden Körper an, und pflanzen sie bis zu dem innern Ohre fort, ohne ihnen unterwegens von ihrer Stärke etwas zu entziehen, oder ihre Bewegung im geringsten zu hemmen. Denn diese freihangenden Stäbe sind als eine Reihe elastischer Kugeln, die einander berühren, zu betrachten, indem die Erschütterungen des Löffels lauter kleine Stöße vorstellen, welche sich durch den Faden sowohl, als durch diese Stäbe selbst in ihrer ganzen Stärke, und mit unendlicher Geschwindigkeit, gerade so, wie andere

Stöße durch eine Reihe aneinander liegender elfenbeinerner Kugeln, fortpflanzen.

Wenn wir also die zitternde Bewegung oder den Klang eines von uns entfernten Körpers empfinden sollen: so muß er seine zitternde Bewegung andern elastischen Materien, die ihn unmittelbar beruhren, mittheilen, und diese mussen bis an unsern Kopf reichen, dem sie sodann die nämliche zitternde Bewegung ebenfalls mittheilen, und auf diese Weise die Werkzeuge des Gehöres zugleich mit erschuttern.

Wie kömmt es aber, fragte Amalie, daß wir den Laut einer Glocke dennoch sehr gut hören, ohngeachtet sich zwischen uns und ihr weder hölzerne Stäbe noch andere dergleichen Körper befinden?

Wenn der Klang der Glocken und anderer stark schallender Körper, versetzte Philalethes, allemal vermittelst vester elastischer Körper in unsere Ohren geleitet werden müßte: so würden die Menschen gar bald alle betäubt werden. Denn bedenket nur, wie heftig vorhin der Löffel durch die Stäbe in Euere Ohren summete, da er doch in einer kleinen Entfernung durch die Luft fast gar nicht hörbar war. Wie unerträg-

unerträglich stark würden daher nicht erst grosse Glocken unsere Gehörorgane erschüttern, wenn sie ihren Klang allemal durch solche veste Körper zu uns leiteten?

Die wohlthätige Vorsehung hat aber den Erdball allenthalben mit Luft umgossen, welche bekanntlich ungemein locker, und zugleich, wegen ihrer grossen Elasticität, geschikt genug ist, jene zitternden Bewegungen der schallenden Körper leicht anzunehmen, und nach allen Gegenden rings herum weit zu verbreiten, so, daß dieselben sehr vielen Menschen zugleich und auf einmal hörbar werden. Aber wegen dieser Verbreitung des Klanges durch die Luft mildert sich zugleich auch seine Stärke sehr beträchtlich, so, daß er die zarten Gehörorgane der Menschen, die sich nicht gar zu nahe bei dem schallenden Körper befinden, nur gelind und sanft erschüttern kann, da im Gegentheile diese Erschütterungen dem Gehör oft sehr schädlich werden würden, wenn sie anders nicht, als durch veste elastische Körper, in welchen sie sich nur nach einer einzigen Gegend fortbewegen, folglich gar nicht geschwächt oder zertheilt werden, zu unsern Ohren gelangen könnten.

Also

Also giebt es zwei verschiedene Gattungen der Wesen, die den Schall zu dem tiefverborgenen Sitz des Gehöres der Menschen und aller andern Thiere, welche in der Luft leben, leiten können. Zu der erstern Gattung gehören alle elastische Körper, die zugleich vest oder hart sind, und mithin die Gehörorgane heftig erschüttern: zu der zweiten hingegen können bloß die flüßigelastischen Materien gerechnet werden, die den Namen der Luft führen, und jeden Schall, der in ihnen erregt wird, nach allen möglichen Richtungen vertheilen, folglich ihn ungemein schwächen.

Aus diesem Grunde hat Gott auch dem Schalle in den belebten Geschöpfen, die sich in der Luft aufhalten, zwei verschiedene Wege zu den Gehörorganen gebahnt. Nämlich diejenigen schallenden Erschütterungen, welche durch veste oder harte Körper zu uns gelangen, dringen keinesweges durch das äußere Ohr zu dem innern Sitz des Gehörs hinnein, sondern pflanzen sich vielmehr durch die härtesten beinernen Stellen unsers Körpers bis zu diesen innersten Gehörhöhlen fort, woraus zugleich erhellet, warum wir den Schall zuweilen auch sogar durch die Ellenbogen und Schienbeine empfinden, wenn

wir einen schallenden Körper damit berühren. Aber der weit schwächere Schall, der durch die Luft zu uns gelangt, würde viel zu sanft an unsern Hirnschädel stoßen, als daß er ihn erschüttern, und so den Sinn des Gehörs in uns erregen könnte, wenn ihm der wohlthätige Schöpfer nicht einen eigenen und besondern Weg zu den innern Gehörorganen angewiesen hätte. Dieser Weg fängt im äußern Ohr an, und ziehet sich in Gestallt eines künstlich gekrümmten Kanals nach den innern Gegenden des Hirnschädels fort. An seinem innern Ende ist er mit einem feinen Häutchen bedekt, welches den Namen des Trommelhäutchens führet, und woran ein kleiner beinerner Hebel hängt. Gedachtes feine Häutchen und angeführten kleinen beinernen Hebel hat nun die göttliche Weisheit mit einigen andern kleinen Beinchen und Häutchen dergestallt zusammen geordnet, daß dieselben nicht nur die zarten Gehörnerven, die in den innersten Gehörhölen ganz entblößet liegen, vor dem schädlichen Zutritte der äußern Luft gänzlich bewahren, sondern auch von den allergelindesten Schallschwingungen, die durch ein flüßig elastisches Wesen dahin gelangen, merklich erschüttert werden. Ueberdieses können auch diese kleinen Gehörbeinchen jene von Außen erhaltene zitternde

ternde Luftbewegung den innersten Höhlen, die den eigentlichen Sitz des Gehörs bilden, darum sehr leicht mittheilen, weil sie dieselben unmittelbar berühren.

Thiere, die sich stets im Wasser, nie aber in der Luft aufhalten, sind also auch aus diesem Grunde des angeführten Gehörgangs sowohl, als der dahin gehörigen beinernen Maschinchen beraubet, indem sie derselben nicht bedürfen, und nie in der Luft, sondern nur im Wasser hören. Aber in diesem Elemente sind sie auch gleichsam ganz Ohr, weil sich der Schall bei ihnen zweifelsohne durch alle Schuppen und Gräten bis zu den innersten Gehörhöhlen, die sich in ihren Köpfen allerdings auch befinden, fortpflanzen muß; denn in Hinsicht auf die Fortpflanzung des Schalles kann man zwischen dem Wasser und einem vesten Körper keinen Unterschied bemerken.

Wir Menschen hingegen empfinden freilich den Schall in den meisten Fällen bloß durch die Luft; und aus diesem Grunde müssen wir uns die Natur dieses Luftschalles noch etwas genauer bekannt machen.

Der Luftschall ist nichts weiter, als eine Art von Wellen, welche aus zusammengepreßter

Luft bestehen, die Zusammenpressung derselben mag nun geschehen, wo und wie sie wolle. Schießpulver, zum Beispiel, erregt bloß deswegen einen Knall, wenn Feuer dazu kömmt, weil es die Luft, womit es umgeben ist, plötzlich rings herum von sich stößt, und zwar so schnell, daß dieselbe nicht geschwind genug weichen kann, mithin nothwendig zunächst um dasselbe herum zusammen gepreßt wird, oder, welches gleich viel ist, eine Luftwelle bildet, welche sich sodann weiter verbreitet, und nun den Namen einer Schallschwingung oder Luftwelle führet. Beinah auf eben diese Weise pressen auch tönende Saiten und andere klingende Körper die zunächst an ihnen liegende Luft alle Augenblicke zusammen, und bilden schnell sehr viele solche Luftwellen hinter einander, indem sie sich ebenfalls geschwinder, als die anliegende Luft ausweichen kann, in ihr hin und her bewegen, oder zittern. Oft ist aber auch nicht einmal nöthig, daß ein fremder Körper sich in ihr bewege, um einen Luftschall zu erregen, indem sie sich unter gewissen Umständen selbst zusammenpreßt und wieder ausdehnet. Man darf nur einen luftleeren Raum machen, und ihn plötzlich öffnen; wenn man einen starken Knall, wie einen Pistolenschuß, hervorbringen will. Wer eine Luft-

pumpe

pumpe hat, kann diesen Versuch leicht ins Werk richten. Man sezt nämlich eine weite, aus dickem Blech verfertigte Röhre, die an beiden Enden offen, und am obern nur mit einer darüber gespannten dünnen Blase dicht verschlossen ist, auf den Teller der Antlia, und leeret sie aus: da dann die äußere Luft vermöge ihres Gegendruckes die Blase zersprengt, und mit erstaunlicher Geschwindigkeit auf den Teller hinab fällt. Wegen dieser großen Geschwindigkeit preßt sie sich nun am Teller selbst zusammen, und bildet mithin hier eine sehr starke Luftwelle, welche sofort wieder zurücke prallt, und sich ausbreitet, folglich in unsern Ohren einen Knall oder ein Krachen erregt. Auf die nämliche Weise wird auch der Lauf oder die sogenannte Seele eines Geschützes ungemein plötzlich wieder mit Luft erfüllet, sobald es gelöset ist. Sie preßt sich also ebenfalls mit Gewalt zusammen, indem sie an den Boden dieser plötzlich leer gewordenen Höhle stößt: folglich bildet sie daselbst ebenfalls eine starke Luftwelle, welche wieder zurücke heraus fähret, und mithin das Krachen, welches theils von der Ausdehnung des entzündeten Pulvers, theils von der dadurch entstandenen Erschütterung des Geschützes bewirkt wird, noch verstärken und vervielfältigen hilft.

Wo aber die abgeschossenen Kugeln durch die Luft fortfliegen, da pfeifen sie bloß. Denn diese bewegen sich lange nicht geschwind genug, als nöthig ist, um die Luft vor ihnen hin zusammen zu pressen. Sie weicht ihnen vielmehr, wegen ihrer ungemein großen Flüßigkeit augenblicklich zur Seite aus, und schlüpft neben ihnen vorbei, um den leeren Raum sogleich wieder zu erfüllen, welcher alle Augenblicke hinter ihnen entstehet. Allein da diese Lufttheilchen mit außerordentlicher Geschwindigkeit in diesen leeren Raum, wie in jeden andern, zur Linken und Rechten eindringen: so stoßen sie dennoch stets mitten hinter solchen Kugeln an einander, und pressen sich daher selbst beträchtlich zusammen; folglich müssen sie hier ebenfalls beständig eine Luftwelle machen, welche sofort auch nach allen Gegenden, wo Luft ist, sich ausbreitet, und einen gedehnten Laut, welchen man das Pfeifen oder Sausen nennet, in unsern Gehörorganen erregt. Anfänglich fliegen im übrigen dergleichen Kugeln schneller, und bilden den leeren Raum hinter sich geschwinder, als zulezt, oder wenn sie bald niederfallen wollen: daher preßt sich auch die Luft anfänglich stärker, und sodann immer gelinder zusammen, woraus zugleich erhellet, warum sie eigentlich zu reden, nicht

pfeifen

pfeifen oder sausen, sondern vielmehr heulen, indem sie durch die Luft fliegen.

Auf gleiche Art entstehet auch das Braußen der Sturmwinde: denn diese stämmen sich an die Gebäude, Wälder, Berge und Meereswogen, oder an andere dichte Körper, und pressen sich ebenfalls daselbst aus eigener Kraft zusammen, um auf solche Weise zu unsern Ohren zu gelangen, und jenes Braußen darin zu erregen. Wenn also keine Körper in der Welt wären, an welche sich die schnell fortströmende Luft, oder der Wind stämmen könnte, um sich daselbst zu verdichten und Luftwellen zu bilden: so würden wir sein Saußen auch nie hören.

Den sanften Flug einer Schwalbe höret man freilich gar nicht, ob sie gleich an die Luft stößt, so, wie auch kein merkliches Geräusche entstehet, wenn wir die flache Hand oder einen Fächer gegen das Angesicht bewegen. Dieß kömmt aber daher, weil die freie ruhige Luft allen Materien, die sich langsam genug in ihr bewegen, gar leicht ausweichen kann, indem ihr der ganze unbegrenzte Weltraum offen stehet; und sie weicht ihnen auch in der That allenthalben aus, ohne zusammengepreßt zu werden, wenn sie sich nicht zu schnell in ihr bewegen.

Aber die Geschwindigkeit, mit welcher sie ausweichen kann, hat ihre Grenzen, und ist keinesweges unendlich. Daher kann sie einem Körper, welcher hier unten nah an der Erdfläche in ihr während einer Sekunde mehr, als 1040 parisische Fuß zurücke legt, nicht mehr ausweichen, ohne zusammen gedrängt zu werden.

Wenn also die Geschwindigkeit eines Körpers, welcher sich in der Luft bewegt, nur im geringsten größer ist, als die angeführte: so muß er die Luft nothwendig zusammen drücken, und einen Schall in ihr erregen; denn was einem in Bewegung begriffenen Körper nicht wenigstens eben so geschwind, als er sich bewegt, weichen kann, das wird von ihm gedrängt, oder zusammengepreßt — Einige sinnliche Bilder, die ich zu diesem Behuf gezeichnet habe, können die Sache vielleicht noch etwas deutlicher machen.

Also mag dieses Bild, Tab. XI. Fig. 1, eine Glocke vorstellen, deren Theile alle als Fäden betrachtet werden können, welche sich von der Krone der Glocke bis an ihren Rand herab erstrecken, und einen sehr hohen Grad von Elasticität besitzen. Schlägt man demnach die Glocke unten an ihrem Rande mit einem Hammer;

so

so, geben diese Fäden daselbst, wegen ihrer Elasticität, erst ein wenig nach, springen aber auch sogleich wieder zurück, und auf solche Weise geräth die ganze Glocke in eine zitternde Bewegung, indem sie sich nun selbst eine geraume Weile fort mit unbegreiflicher Geschwindigkeit von zwei einander entgegen gesezten Seiten ein wenig zusammen ziehet und ausdehnet.

Könnte man sie der Länge nach mitten von einander schneiden, und im Durchschnitte betrachten, indem sie auf gedachte Weise zittert: so würde sie uns ohngefähr so, wie dieses Bild zeigt, Tab. XI. Fig. 2, erscheinen. Ich sage, wir würden in diesem Durchschnitte einen dunkeln Streifen A wahrnehmen, welcher zu beiden Seiten mit blassen Leisten begrenzt wäre, oder wir würden ihn eben so finden, wie eine dicke tönende Saite, welche bekanntlich auch, so lange sie tönet, in der Mitte ganz dunkel, an beiden Seiten hingegen blaß erscheint. Hier braucht man aber nur den Rand oder die untersten Stellen der Glocke in Betrachtung zu ziehen, weil ihre faden- oder pendel-förmigen Theile oben bei D fast gänzlich ruhen, und nur unten bei A am stärksten zittern.

Gesezt nun, der Raum, durch welchen sich eine Glocke unten an ihrem Rande ausdehnet und wieder zusammenziehet, wäre zwei Linien, oder den sechsten Theil eines Zolles breit: so müßte sie sich in einer einzigen Sekunde wohl 80 000 mal zusammen ziehen und wieder ausdehnen, um die anliegende Luft wechselsweise zusammen zu pressen und Schallwellen zu bilden. Doppelt so groß würde die Anzahl solcher Schwingungen seyn müssen, wenn sie nur eine Linie breit wären: und folglich müßte die Glocke in diesem Falle 160 000 mal in einer Sekunde zittern. Wären endlich diese Schwingungen gar nur eine halbe Linie breit: so müßte die Glocke deren in einer Sekunde 320 000 vollenden, und so weiter. Hieraus ist also klar, daß dergleichen Schwingungen eines pendelähnlichen elastischen Körpers, oder einer gespannten Saite, außerordentlich schnell auf einander folgen müssen, wenn sie einen hörbaren Klang hervorbringen sollen; denn die Luft würde vor ihnen zurücke weichen, ohne eine Zusammenpressung zu leiden, wenn diese Schwingungen langsamer auf einander folgten, und folglich könnten da keine Schallwellen in ihr erzeugt werden.

Also pressen die tönenden Glocken und Saiten die anliegende Luft jedesmal zusammen, so

oft

oft sie sich ausdehnen, und bilden auf solche Weise in einem Augenblicke eine große Menge von Schallschwingungen, welche hier, Tab. XI. Fig. 2, mit DEG u. s. w. bezeichnet, aber nichts weiter, als ungemein schmale Streifchen zusammen gepreßter Luft sind. Also entstehet auch ganz nahe an solchen tönenden Körpern jedesmal eine Art von luftleerem Raume, so oft sie sich zusammen ziehen, oder ihren Umfang verengern, und zwar darum, weil die fortgepreßte Luft nicht wieder so geschwind zurücke fahren kann, als die Theile der klingenden Glocke oder Saite sich zurücke ziehen. Dieser leere Raum wird aber dennoch alle Augenblicke wieder von derjenigen Luft erfüllet, welche über den ruhigen Stellen D liegt, und vermöge ihrer Spannung mit außerordentlicher Geschwindigkeit in diesen leeren Raum alle Augenblicke an dem klingenden Körper herabglitschet. Hier wird sie jedoch jedesmal aufs neue in Gestallt schmaler Wellen zusammen gepreßt, so oft sich der klingende Körper wieder ausdehnet, und seinen Umfang erweitert.

Gedachte schmale Luftwellen oder Schallschwingungen eilen sodann mit ihrer einmal erhaltenen Geschwindigkeit nach allen Gegenden

fort,

fort, ohne zu zerreißen oder zerstöret zu werden, ohngeachtet sie oft einander auf eine mannichfaltige Weise durchkreuzen. Sie folgen in eben der Ordnung und Geschwindigkeit, in welcher sie entstehen, einander nach, und breiten sich nach allen Richtungen aus, indem sie dabei immer schwächer und schwächer werden. Sie erweitern sich nämlich und schneiden einander eben so, wie die Kreiße in einem Teiche, die von etlichen zugleich hinnein geworfenen Steinen entstehen, nur daß diese sich bloß über die Oberfläche des Teiches ausbreiten, folglich nur Kreiße bilden, jene hingegen sich auch nach der Tiefe und Höhe erweitern, und mithin Kugelschalen vorstellen. Aber freilich bewegen sich auch gedachte Luftwellen oder Schallschwingungen mit einer sehr viele mal größern Geschwindigkeit, als die angeführten kreisförmigen Wasserwellen; denn diese leztern breiten sich in einer Sekunde kaum um einen Fuß aus, da im Gegentheile jene indessen wohl eine Strecke von 1040 Fuß nach jeder horizontalen Richtung fortlegen, welches man nicht nur aus der bekannten Spannung und aus dem Gewichte der Luft genau berechnen kann, sondern auch aus Beobachtungen weiß, die vor ohngefähr vierzig Jahren in Frankreich und vor etwa vierzehen Jahren auch bei

Göttin-

Göttingen von einigen berühmten Naturforschern mit großer Sorgfalt angestellet worden sind.

Man ließ nämlich auf ziemlich weit entfernten Thürmen und Bergen, die man von den Beobachtungsorten aus noch sehen konnte, Pöller bei finsterer Nacht lösen, wobei man die Augen scharf nach diesen Gegenden hin richtete, um das Feuer, welches bekanntlich allemal nur einen Augenblick dauert, wahrzunehmen. Dann merkte man sich die Anzahl der Sekunden, welche von dem Augenblicke, da das Feuer erschien, bis zu dem Augenblicke, da man den Knall hörete, vorbei strichen, und auf solche Weise fand man das bereits gedachte Resultat: nämlich, daß der Schall, er mag nun stark oder schwach seyn, bei stiller Luft in jeder Sekunde einen Weg von 1040 pariser Fuß in jeder horizontalen Richtung zurücke legt. Heftige Winde und andere große Veränderungen, die zuweilen in der Atmosphäre vorgehen, vermehren und vermindern zwar diese Anzahl der Füße zuweilen wohl um zehen bis zwanzig: aber deswegen bleibt gedachte Geschwindigkeit immer noch sehr groß, und kann daher als ziemlich unveränderlich betrachtet werden, besonders wenn wir sie bloß mit andern Geschwin-

dig-

digkeiten irdischer Dinge, und nicht etwa mit der Geschwindigkeit des Lichtes vergleichen, als welches leztere sich freilich noch auf eine Million mal geschwinder bewegt.

Auf solche Art können wir nun auch berechnen, wie weit eine Wolke, wo es blizt, von uns entfernt ist, wenn wir die Sekunden zählen, welche vom Blitze bis zum ersten Donnerschlage verfließen. Denn der Donner und Blitz entstehen eben so, wie Knall und Feuer eines Geschützes, allemal zugleich. Wenn also zwischen Donner und Blitz zehen Sekunden verfließen: so ist ein solches Gewitter zehen mal 1040, oder etwa eine halbe geographische Meile von uns entfernt. Verfließen aber nur zwei Sekunden: so stehet es nur zwei mal 1040 Fuß weit von uns ab, und wo wir endlich Blitz und Schlag fast zugleich wahrnehmen, da schlägt es ganz in der Nähe ein.

Aufwärts hingegen bewegt sich der Schall nicht mit gleicher Geschwindigkeit, sondern wird immer langsamer und langsamer, je höher er kömmt, so, daß er in einer Höhe von 17 000 Fuß endlich gar in Ruhe geräth, und folglich nicht mehr gehöret wird. Wer sich daher auf einer solchen Höhe befände, der würde von dem

Krachen

Krachen des unter ihm gelöseten Geschützes, wie groß dasselbe auch immer seyn möchte, nicht im geringsten etwas hören. Dagegen bewegt sich der Schall abwärts immer desto geschwinder und geschwinder, je tiefer er kömmt: und eben daher geschiehet es, daß man auf hohen Bergen einen Knall, der in den Thälern erregt wird, weit schwächer höret, als einen andern eben so starken, welcher aber auf eben dem Berge entstehet, und welchen man unten im Thale bemerkt.

Dieß alles gilt jedoch nur von demjenigen Schalle, welchen die Luft von einem Orte zum andern trägt, und nicht von demjenigen, welcher sich durch veste elastische Körper in die Ferne fortgepflanzt. Lezter braucht gar keine Zeit, um von einem Orte zum andern zu gelangen, und ist also unendlich geschwind, wovon ich einst selbst vermittelst eines Versuches überführet worden bin. Ich fügte nämlich 60 vier und = zwanzigfüßige hölzerne Latten aneinander, und hieng sie dergestallt in einem Kreise herum an Schnüre auf, daß das äußerste Ende der lezten Latte ziemlich nahe an das vordere Ende der ersten zu stehen kam. Dann legte ich das Ohr an das eine Ende, und klopfte mit einem Hammer an

das andere, so, daß dadurch an diesem Ende bei jedem Schlage ein Schall entstand, welchen ich an jenem allemal in eben dem Momente hörete, in welchem ich den Schlag that, ohngeachtet er anders nicht, als durch die Latten, das ist, auf einem Wege von 60 mal 24 oder 1440 Fuß dahin gelangen konnte, ein Weg, wozu er in der Luft nach der horizontalen Richtung beinahe anderthalb Sekunden braucht.

Allein genug hievon! Wir müssen nun zur Betrachtung des Luftschalles wieder zurücke kehren, um noch die Ursachen seiner verschiedenen Stärke sowohl, als auch der tiefen und hohen Töne, und andere merkwürdige Eigenschaften desselben zu untersuchen.

Wenn sich ein schallender Körper, der mit Luft umgeben ist, nur ein einziges mal ausdehnt und zusammen ziehet, nachdem er von einer äußern Kraft erschüttert worden ist: so bildet er nur eine einzige Luftwelle, welche man einen Knall oder Schlag nennet. Dehnt er sich etliche mal aus, und zwar so, daß diese Ausdehnungen unordentlich, oder bald geschwind bald langsam, bald stark bald schwach, auf einander folgen: so muß er nothwendig etliche Luftwellen von ganz verschiedener Breite und Stärke

bereiten, welche den Namen des unordentlichen Schalles führen, wie zum Beispiele derjenige ist, welchen man an einer zerbrochenen Glocke, an einem kotternen Topfe, am Blitze oder Donner, und so weiter, wahrnimmt. Wenn aber ein elastischer Körper gleichförmig zittert, und mithin sehr viele Schallschwingungen eine Weile lang hervorbringt, welche alle mit gleicher Geschwindigkeit auf einander folgen, und nicht nur einerlei Dichtigkeit oder Stärke, sondern auch einerlei Breite haben, dann pflegt man die Schallschwingungen einen Klang zu nennen. Dergleichen Schallschwingungen rühren das Ohr auf eine höchst reguläre Weise, und an einer solchen Regelmäßigkeit findet unsere Seele einen Wohlgefallen, so, wie sie im Gegentheile an aller Unordnung, folglich auch an unordentlichen Luftwellen ein Mißbehagen, oder wenigstens keine Lust findet.

Gedachte unordentliche Schallwellen sind hier, Tab. XI, Fig. 2 und 3 einigermaßen sinnlich dargestellet, welche auch sogar schon dem Auge gleichsam widerwärtig vorkommen, wenn man die ordentlichen, welche Fig. 4 und 5 angedeutet sind, zugleich mit betrachtet.

Stark pflegt man einen Klang zu nennen, wenn der klingende Körper jede Ausdehnung und Zusammenziehung sehr geschwind vollendet, mithin sehr dichte Luftwellen bereitet. Schwach ist im Gegentheile der Schall oder Klang, wenn der klingende Körper sich nur sehr wenig geschwinder ausdehnt, als die anliegende Luft ausweichen kann, so, daß dadurch Luftwellen entstehen, welche in Hinsicht auf ihre Dichtigkeit, von den dazwischen befindlichen lockern Luftschichten nicht sonderlich verschieden sind. Stahl, Silber, Kupfer und Zinn, können weit geschwinder zittern, als die Luft, wenn man ihnen die Glockengestallt giebt: und eben daher kömmt es, daß dergleichen Glocken, wenn sie geläutet werden, die anliegende Luft sehr stark zusammen pressen, folglich überaus dichte Wellen in ihr bereiten, die man oft auf eine halbe Meile weit hören kann. Bleierne und goldene Glocken hingegen würden einen ungemein matten oder dumpfen Schall äußern; denn diese beiden Metalle besitzen überaus wenig Elasticität, und zittern daher beinah gar nicht, wenn man sie gleich stark genug schlägt. Um nun diesen Unterschied Euch auch sinnlich darzustellen, habe ich auf eben dieser Tafel Fig. 5 einen starken, Fig. 4, hingegen einen schwachen Klang ange-

angedeutet, indem dort jene Luftwellen sehr dicht, hier aber sehr locker gezeichnet sind.

Glocken und Saiten, die kurz und enge oder dünne sind, müssen ferner in einer Sekunde öfter zittern, als diejenigen, welche dick und lang sind, und mit jenen einerlei Elasticität besitzen; denn sie sind Pendülen ähnlich, welche auch in einer Sekunde desto mehr Schwingungen vollenden, je kürzer und schwerer sie sind. Aber dann sind auch die Luftwellen, die daher entstehen, um so viel schmäler und folgen in einer um so viel größern Menge aufeinander, und müssen mithin unsere Gehörorgane auf eine mehr feine Art erschüttern, als die breiten, das heißt, sie müssen in unserer Seele die Vorstellung eines feinen oder hohen Klanges erwecken, da im Gegentheile die breiten Schallwellen uns auf eine mehr grobe Weise rühren, folglich die Vorstellung eines tiefen Klanges bewirken. Und einen solchen Unterschied zwischen dem tiefern und höhern Klange habe ich ebenfalls hier Fig. 2 und 4 und 5 sinnlich vorgestellet, indem da die schmalen Luftwellen Fig. 5 den hohen, die breiten Fig. 2 und 4 hingegen den tiefen Klang bedeuten.

Angeführte verschiedene Arten des Klanges führen im übrigen, wenn man sie mit einander

vergleicht, eigentlich die Namen der Töne, und werden in sofern von den Tonkünstlern bearbeitet.

Wenn wir nämlich setzen, daß eine Glocke oder Saite in einer Sekunde 40 000, eine andere aber 80 000 Schallwellen bereite: so sind jene vier, diese hingegen nur zwei Linien breit, und beide Töne, die sie uns hören lassen, weichen um die sogenannte Oktave von einander ab. Denn da die erstern doppelt so breit sind, als die leztern: so müssen jene auch doppelt so grob oder tief klingen, als diese, und eben dieser Unterschied ist es, der den Namen der Oktave führet. Wären die schmälern Schallschwingungen nur eine Linie breit: so müßte die Saite deren in einer Sekunde 160 000 bereiten, und folglich einen Ton geben, der um zwei Oktaven höher wäre, als jener, dessen Schwingungen vier Linien breit sind. Wären sie endlich gar nur eine halbe Linie breit: so würden sie die dritte höhere Oktave von jener erstern geben, und so weiter; denn die Tonschwingungen jeder folgenden höhern Oktave sind allemal nur halb so breit, als die Schwingungen der nächst vorhergehenden tiefern.

Diese

Diese verhältnißmäßigen Breiten der Tonschwingungen ist auch die Ursache ihrer Annehmlichkeit, indem unsere Seele, obgleich ihr unbewußt, gedachte Breiten allemal mit einander vergleicht, und ein Vergnügen daran findet, wenn sie die eine Breite gebrauchen kann, um die andere damit geschwind zu vergleichen oder gleichsam auszumessen. Dieses geschiehet nun vorzüglich bei der Oktave sehr leicht, weil man da nur die doppelte Breite mit der einfachen, oder 2 und 1, vergleichen darf, daher man auch diese beiden Töne für sehr ähnlich, ja gleichsam für einerlei hält. Bei der Quinte werden zwar ebenfalls zwei verschiedene Arten von Tonschwingungen zugleich gehört: aber da verhalten sich ihre Breiten, wie 3 zu 2, und mithin muß die Seele nun diese beiden Zahlen plötzlich vergleichen, welches nicht so leicht, wie mit 2 und 1 angehet, daher man denn auch diese beiden Töne schon sehr verschieden, obgleich noch angenehm genug findet. Bei der Quarte muß man 4 und 3, bei der großen Terze 5 und 4, bei der kleinen 6 und 5, bei der großen Sexte 8 und 5, bei der kleinen Septime 9 und 5, bei der falschen Quinte 64 und 45, bei der großen Sekunde 9 und 8, und bei der kleinen 10 und 9 mit einander vergleichen, welches nie ohne Brü-

 che

che abgehet, nur daß diese Brüche in angeführten Fällen leichter zu übersehen sind, als bei den Mißtönen, wo man zum Beispiele 7 mit 33 oder 113 mit 315 und so weiter, vergleichen muß. Hieraus ist aber auch leicht abzunehmen, warum die angeführten reinen Töne vor allen übrigen am besten gefallen, wenn sie in einem ordentlichen Zusammenhange auf einander folgen, oder eine Musik darstellen.

Wenn im übrigen zwei Saiten von gleicher Dicke, und gleich straff gespannt, aber von ungleicher Länge sind: so bereitet die kürzere in einer Sekunde mehr Schwingungen, als die längere, und giebt mithin einen höhern Ton, indem diese mehrern Schwingungen auch um so viel schmäler sind, wobei aber beide Töne dennoch immer einerlei Stärke behalten.

Sind aber zwei gleich dicke Saiten von gleicher Länge, und nur verschiedentlich gespannt: so bereitet zwar die schlaff gespannte zuweilen auch Luftwellen, aber diese sind nicht nur allemal breiter, sondern auch lockerer, als diejenigen, die von der straffgespannten herkommen; folglich muß auch der Ton der erstern tiefer und schwächer seyn, als der Ton der leztern. Gar zu schlaffe Saiten hingegen pressen die anliegende

Luft

Luft gar nicht zusammen, und bereiten daher gar keine Tonschwingungen in ihr, ohngeachtet sie oft augenscheinlich zittern; denn ihr Zittern geschiehet alsdann langsamer, als die Luft ausweichen kann.

Wenn endlich zwei Saiten von gleicher Länge und von gleicher Spannung, aber von ungleicher Dicke sind: so bereitet die dünnere gleichfalls allemal schmälere Schwingungen, als die dickere, folglich ist auch der Ton der leztern allemal tiefer, als der Ton der erstern.

Hieraus erhellet also, daß die verschiedene Stärke und Höhe der Töne nicht nur von der verschiedenen Spannung der Saiten, sondern zugleich auch von ihrer verschiedenen Dicke und Länge abhängt.

Flöten und andere Pfeifen zittern, indem sie tönen, freilich nicht so sehr, wie etwa die Glocken und Saiten: dafür ist aber ihre Gestallt so beschaffen, daß die Luft sich von selbst in ihnen fangen und verdichten muß, wenn man sie mit einiger Gewalt hinnein bläßt. Und weil hier der Druck, womit man die Luft hinnein zwingt, nicht sonderlich ruckweise oder zitternd, sondern ziemlich stete geschiehet: so ge-

schiehet auch die Verdichtung derselben hier ziemlich stete, und nicht so zitternd, wie bei den Saiten oder Glocken, daher auch pfeifende Töne ganz anders klingen, als zitternde, ohngeachtet sie im übrigen mit ihnen einerlei Höhe und Stärke haben können.

Aber Waldhörner, Trompeten, Oboen und andere blasende Instrumente zittern, indem sie tönen, allerdings eben wieder so sehr, als die Saiten oder Glocken; denn sie sind an ihren untern Enden weit, an den obern hingegen enge, und machen daher auch nach Art der Pendüle, sehr merkliche Schwingungen, wenn sie von einer hinnein gepreßtem Stimme erschüttert werden. Mit Hülfe dieser Schwingungen werden aber die hinnein geblasenen Töne gar sehr verstärkt, und weit angenehmer modulirt, als dieselben an sich von Natur sind, weil man mit den bloßen Lippen die Stimme weder stark noch lieblich genug moduliren kann.

Gleichwie nun auf solche Weise die schwachen Töne des Mundes ungemein gestärkt, und weit umher durch die Luft verbreitet werden, wenn man sie durch Trompeten oder Posaunen und Waldhörner bläset: eben so können wir auch mit

mit Hilfe des sogenannten Sprachrohres unsere an sich schwache Stimme dergestallt verstärken, daß man wohl auf eine halbe Meile weit einen Menschen damit rufen kann, wenn es aus Blech bereitet ist, welches recht viel Elasticität und Glätte besizt. Blasende Instrumente und Sprachröhre sind also im Grunde einander ähnlich, nur daß die leztern deswegen etwas anders gebildet werden, weil man den ganzen Mund in das Mundstück legen muß, um bequem hinnein reden zu können, wie aus diesem Bilde, Tab. XI. Fig. 7, deutlicher erhellen mag.

Nämlich die Luft- oder Sprach-Wellen, die der Hinneinredende macht, würden sich ohne dieses Werkzeug sogleich vor seinem Munde nach allen Gegenden ausbreiten und sich folglich sogleich schwächen. Aber hier werden sie an dieser Ausbreitung eine Weile gehindert, weil ihnen an den Seiten das glatte Blech allenthalben widerstehet, und sie nur durch die Oeffnung P heraus läßt. In dem Rohre selbst prallen sie also von O aus allenthalben an der glatten Fläche desselben an, zum Beispiele zuerst in A, dann in B, dann in C, und endlich in D, so, daß dieselben, da der Einfallswinkel alle-

mal den Rückpralswinkel gleich ist, zulezt von D nach der geraden Richtung fortgehen, ohne sich sehr nach den Seiten MNRZ, wie etwa andere Luftwellen, zu erweitern. Hiezu kömmt noch, daß das Rohr schon von den ersten Schallwellen in A und B oder C selbst erschüttert und in eine schwingende Bewegung versezt wird, folglich alle nachfolgende mit einer desto stärkern Kraft reflektirt, wodurch diese nothwendig noch desto dichter und stärker werden. Aus dem allen ist aber zweifelsohne sehr leicht abzunehmen, warum Schallwellen, die durch solche Werkzeuge fortgestoßen werden, sehr weit fortgehen müssen, ehe sie sich so sehr erweitern und auflockern, daß man sie nicht mehr hören kann.

Alexander der Eroberer soll schon mit einem solchen Sprachrohre seine Armee auf hundert Stadien weit kommandiret, und Pater Kircher, ein Jesuit, welcher im vorigen Jahrhunderte zu Monte del Santo Eustachio lebte, seine Gemeinde fünf italienische Meilen weit zur Messe zusammen gerufen haben.

Legt man die enge Oeffnung dieses Werkzeuges an das Ohr: so höret man jeden Schall, der von Ferne her kömmt, viel stärker als gewöhnlich, indem es ihn ebenfalls verstärkt, und

in

in dieser Hinsicht ein Hörrohr genannt wird, wozu aber auch jedes trichterförmige Blech von geringer Tiefe angehet, wobei nur noch zu merken, daß es im übrigen ziemlich gleichgültig zu seyn scheint, ob man dergleichen Werkzeuge gerade lassen, oder wie Hörner krum biegen will, als welches leztere bloß der größern Bequemlichkeit wegen öfters geschiehet.

Wie man in den Wald schreiet, so schallt es wieder heraus, pflegt man im Sprichworte zu sagen. Allein dieses gilt nicht bloß von den Wäldern, sondern überhaupt von allen dichten Körpern, welche gewißermaaßen elastisch sind, und mithin die luftigen Schallwellen, die gegen sie fahren wieder zurücke werfen, so, daß ihr Einfallswinkel ebenfalls immer dem Rückprallswinkel gleich ist, wie bei allen andern solchen Bewegungen, nur daß man dergleichen zurücke kehrende Schallwellen mit einem besondern Namen belegt, und Echo nennet.

Wenn also ein Schall, den wir erregen, an dichte Wälder, steile Felsen, feste Wände und so weiter, senkrecht anstößt: so prallt er auch gerade wieder gegen uns zurück, und macht uns eine Echo hörbar, wofern dergleichen Gegenstände nicht zu weit abstehen, oder der von

uns

uns erregte Schall nicht zu schwach ist. Wäre er zu schwach, oder wären die Gegenstände, von welchen er zurücke prallen soll, zu weit von uns entfernt: so würden sich die Luftwellen unterwegens zu sehr erweitern, und mithin sich zu sehr schwächen, als daß wir sie bei ihrer Rückkunft noch bemerken könnten. Stellen wir uns aber so, daß die ebene Fläche eines etwas entfernten vesten Gegenstandes in einer schiefen Lage gegen uns erscheint: so fällt ein Schall, den wir gegen eine solche Wand hinsenden, schief auf, und prallt mithin auch schief wieder von ihr ab, daher sodann wir nicht selbst, sondern andere Menschen, welche sich an der erfoderlichen Stelle befinden, die Echo hören.

Ist ferner eine große und ebene Mauer sehr weit von uns entfernt: so erwidert öfters die Echo etliche ganze Wörter einer Rede, die wir laut und vernehmlich genug hinsenden. Ist aber eine solche Wand ziemlich nahe: so hört man zuweilen nur die allerlezte Sylbe, zuweilen auch gar nichts von ihr, welches daher kömmt, weil sich der Schall durch die Luft zwar nicht unendlich geschwind, aber doch sehr geschwind bewegt, und mithin von nahen Gegenständen schon wieder zurücke gekehrt ist, indem man die lezte Sylbe

be kaum ausgesprochen hat. Eine einzige Sylbe giebt öfters die Echo schon in sehr großen Sälen zurück, wenn die Wände nicht mit Tapeten, welche wegen ihrer Lockerkeit gewöhnlich den Schall dämpfen, und keine Echo zulassen, bekleidet sind. Recht viele Sylben hingegen erwiderte zu Rom eine vor Alters berühmte Echo bei den Begräbnissen der Metellischen Familie, welche aus Virgils Aeneide den Vers; Arma virumque cano Troiae qui primus ab oris ganz widerholet haben soll. Wenn diese Nachricht wahr ist: so muß eine große überaus glatte Mauer wenigstens zwei tausend Fuß weit von dem, der da gerufen hat, gestanden und ihre Fläche gerade gegen ihn gekehret haben; denn von einer so großen Entfernung hat freilich die erste Sylbe dann erst wieder zurücke kommen können, wann die lezte schon ausgesprochen gewesen ist, wobei man aber natürlich sehr laut, oder mit einem Sprachrohre hat rufen müssen.

Man pflegt im übrigen die Echo, welche die lezte Sylbe einer Anrede etliche mal nachruft, eine **vielfache** Echo zu nennen, so, wie sie den Namen einer **vielsylbigen** führet, wenn sie nicht bloß die lezte, sondern etliche Sylben und Wörter widerholet. Sagt sie aber gar etliche

etliche Sylben etliche mal nach: so ist sie vielfach und vielsylbig zugleich, zum Beispiel, wenn man fragt: bist du auch wohl meinesgleichen? und sie antwortet: meinesgleichen, — oder — wohl meinesgleichen — oder — auch wohl meinesgleichen!

Eine sehr merkwürdige vielfache Echo befindet sich nicht weit von Mailand auf dem Landhause eines gewissen Herrn Simonetti, welches die lezte Sylbe einer lauten Rede vierzig mal, einen Pistolenknall hingegen sogar sechzig mal repetirt, und zwar so hurtig hinter einander, daß man kaum geschwind genug zählen kann. Aber das Gebäude ist auch ordentlich und mit Fleiß dazu gebauet, indem es zwei lange Seitenflügel hat, woran der Schall recht oft hin und wieder zurücke prallet.

Aber auf den Satz, daß der Einfallswinkel allemal dem Reflexionswinkel gleich ist, gründen sich nicht allein die verschiedenen Echo, sondern auch die sogenannten Sprachgewölber, davon ich eins hier, Tab. XI. Fig. 7, im Profil dargestellet habe, und worin man zwei merkwürdige Punkte B und P findet, welche zuweilen wohl zwanzig und mehr Fuß von einander entfernet sind, je nachdem das Gewölbe groß ist.

ist. Wenn zwei Menschen in diesen Stellen stehen: so höret der eine alle Worte, die der andere einem dritten leise ins Ohr flüstert, und wovon man auf einen halben Schritt weit schon nichts mehr höret. Wer nicht weiß, wie dieses zugehet, hält solche Begebenheiten für übernatürliche Wirkungen, und kann oft hintergangen werden. Aber diejenigen, welchen das Gesetz der Rückprallung bewegter Materien bekannt ist, sehen augenblicklich ein, daß dieses in Gewölbern, die eine eliptische Gestallt haben, allemal nothwendig erfolgen muß, weil, da der Schall, der sich von dem Punkte B gegen alle Punkte der gewölbten Decke verbreitet, allenthalben wieder gegen den Punkt P zurücke geworfen wird, indem in allen Punkten MNQ ORSW der Einfallswinkel dem Rückprallswinkel gleich ist. Folglich müssen die Schallschwingungen in G, wo sie wieder zusammen kommen, eben so dicht seyn und eben so stark schallen, als in B, wo sie entstehen.

Endlich ist noch anzumerken, daß es Menschen gegeben hat, und noch giebt, welche durch ihr Geschrei machen können, daß Gläser zerspringen, ohne sie dabei anzurühren. Sie schreien nämlich bloß in dem Tone, den die

Gläser

Gläser von sich geben, wenn man sie sanft schlägt, oder auch um eine Oktave höher hinnein, da dann dergleichen Gläser zu tönen anfangen, nach und nach aber immer stärker und stärker tönen, bis endlich die Erschütterung zu stark wird, als daß die Theilchen des Glases ihren Zusammenhang nicht verlieren sollten. Auch ist es eine bekannte Sache, daß ein Flügel alle Töne von sich selbst sanft angiebt, wenn man daneben auf einem andern spielet. Wie dieses alles zugehe, ist ebenfalls leicht zu erachten; denn die luftigen Schallwellen stoßen ja nicht nur an unsere Ohren, sondern auch an alle andere in der Nähe befindliche Körper, um sie zu erschüttern, und erschüttern sie auch wirklich, wenn diese die gehörige Spannung oder Elasticität besitzen.

Genug hiervon! sagte Philalethes, indem er hinzusezte, daß er sich nächstens mit seinen beiden jungen Freunden über die merkwürdigen Wirkungen der Wärme unterhalten wolle, und sie für heute von sich ließ.

---

Siebze-

# Siebzehente Unterhaltung.

## Von der Wärme und Kälte.

Sie wollen uns nun von den Wirkungen der Wärme unterrichten, begann Karl, als er sich mit Amalien bei Philalethes heut wieder eingefunden hatte. Aber, sezte er hinzu, ich möchte wohl erst wissen, was Wärme und Kälte eigentlich sey, und worin die Natur derselben bestehe?

Dieß ist eine von denjenigen Fragen, erwiderte Philalethes, worauf die Naturforscher wohl schwerlich jemals mit Zuverläßigkeit werden antworten können. Denn welche Antworten dieselben auch immer darauf ertheilen, fuhr er fort: so bestehen diese doch stets in weiter nichts, als in bloßen Meinungen, in bloßen Hypothesen, gegen welche man allemal noch sehr triftige Einwendungen machen kann, worüber man sich aber auch gar nicht wundern darf, weil da die Frage von einer Sache ist, welche man gar nicht an sich selbst erkennen, sondern bloß aus ihren Wirkungen beurtheilen kann. Indessen will ich, um Euch doch etwas hierüber zu

sagen, einige der vornehmsten dieser Hypothesen historisch anführen.

Was nämlich die Wärme oder Hitze betrift: so ist zu wissen, daß gegenwärtig die meisten Naturforscher dieselbe für eine besondere höchst feine unsichtbare Materie halten, welcher sie den Namen des Feuers, des Feuerwesens, des Feuerelementes, oder Elementarfeuers beilegen, und welche nicht nur Glas und Stein, sondern auch alle übrige Materien und Körper, so dicht oder so locker sie auch seyn mögen, unaufhaltbar zu durchdringen fähig seyn soll. Diese feine Materie soll ferner nicht nur durch Luft und Wasser, sondern überhaupt auch durch alle übrige Materien und Körper vertheilt seyn, nur daß verschiedene Materien bald mehr, bald weniger Antheil daran haben sollen, als die übrigen. Ueber dieses behauptet man auch, daß diese feine Materie der Wärme in den übrigen Materien sich so lange ganz ruhig verhalte, und mithin gar nicht als Wärme oder Hitze sich zeige, so lange dieselbe nicht von einer eben so feinen Materie, die gleichsam als ein Auflösungsmittel wirke, in ihrer Ruhe gestört, oder aufgeregt, und aus ihrem Aufenthaltsorte heraus getrieben werde. Und in gedachtem ruhigen Zu-

stande

stande pflegen sie die Naturforscher eine gebundene Wärme, eine gebundene Hitze zu nennen. Aber wenn dieselbe, setzen sie hinzu, von dem erwähnten Auflösungsmittel aufgeregt oder ausgetrieben wird, dann erst giebt sie sich dem Gefühl zu erkennen, und wird nun eine freie empfindbare Wärme oder eine freie empfindbare Hitze genannt, welche sich sofort allen Sachen, die sich nahe genug dabei befinden, mittheilt, nur daß auch diese Vertheilung nicht gleichförmig, sondern sehr ungleichförmig geschähe, indem einige Gattungen der nahe genug dabei befindlichen Sachen mehr, andere hingegen weniger davon empfangen sollen, und zwar darum, weil bekanntlich einige Sachen bei einer und eben derselben Quelle freier Wärme geschwinder und mehr warm werden, als andere, die sich eben so nahe an dieser Quelle der Wärme befinden.

Fragt man diese Naturforscher, von welcher Natur denn diejenige feine Materie sey, welche beim Heißmachen als Auflösungsmittel wirke, und jene gebundene Hitzmaterie entbinde, oder frei und empfindbar mache: so antworten sie, daß dieselbe nichts weiter, als anderes Feuer, andere Hitze sey, die ihre Freiheit oder

Wirksamkeit schon bereits anders woher auf die nämliche Weise erhalten habe. Denn das brennbare Wesen, welches in dem Holze, in den Harzen, Oehlen, Kohlen und andern brennbaren Materien sehr häufig enthalten ist, wie Ihr Euch noch aus unsern Unterhaltungen über die besondern Eigenschaften der Materien erinnern werdet, soll zufolge dieser Hypothese gar keine Wärme verursachen, sondern ein Wesen seyn, welches dem Wärmestoff in seinen Eigenschaften und Wirkungen gerade entgegen stehet. Aber freie Wärme oder freie Hitze wirke doch, sagen sie, als ein Auflösungsmittel vorzüglich auf alle diejenigen gröbern Materien, welche in ihrer Mischung brennbares Wesen in beträchtlicher Menge enthalten. Nun besizt freilich auch die reine dephlogistisirte Luft sehr viel anziehende Kraft oder Affinität gegen das brennbare Wesen, wie wir ohnlängst bei Betrachtung der verschiedenen Luftarten bemerkt haben. Und wenn sich daher, sagen die Naturforscher, die dieser Hypothese zugethan sind, gedachte Wirkung der freien Hitze auf Körper, die viel Brennbares enthalten, in reiner freier Luft zuträgt: so verbindet sich diese Luft mit dem brennbaren Wesen, welches aus den gröbern Materien, die es enthalten, heraus tritt, und läßt zugleich ihre

Hitz-

Hitzmaterie fahren, die sehr häufig in ihr gebunden liegt, und nie frei oder empfindbar wird, als nur dann, wann Brennbares dazwischen kömmt. Auf solche Weise soll sich nun diese freigemachte Hitzmaterie theils durch die umliegende Luft vertheilen, theils in den Körper, der das Brennbare hergiebt, eindringen, und folglich nicht nur diesen Körper so heiß machen, daß er brennt und leuchtet, sondern auch die umliegende Luft und andere nahe genug dabei befindliche Materien erhitzen.

Also soll hauptsächlich die reine dephlogistisirte Luft nach dieser Hypothese das Elementarfeuer in einer erstaunlichen Menge gebunden enthalten, und man soll es eher nur nicht als Hitze und Licht gewahr werden können, als bis es mit Hilfe des brennbaren Wesens aus ihr fortgetrieben und gleichsam lebendig gemacht, das heißt, in eine Bewegung, die bald mehr, bald minder heftig seyn kann, gesezt wird.

Allein, da diese besondere Hitzmaterie, die ohnehin gleichsam wie aus der Luft gegriffen zu seyn scheint, nur dann erst als Wärme sich zu erkennen geben soll, wenn sie in Bewegung ist: so sollte man fast auf den Gedanken gerathen, daß es eben nicht nöthig gewesen wäre, hiezu

eine neue und ganz unbekannte Materie zu erdichten, indem andere bereits besser bekannte Materien wohl eben so gut in uns die Empfindung der Wärme und Hitze hervorbringen können, wenn sie aufgelöset werden, oder wenn ihre Theilchen, in eine gewisse innerliche Bewegung gerathen.

Daher giebt es auch in der That einige Naturforscher, die jene zuerst angeführte ziemlich gekünstelte Hypothese verwerfen, und an deren Stelle die Leztere setzen, welche der natürlichen Einfalt weit mehr als jene angemessen zu seyn scheint. Sie behaupten nämlich, daß die Wärme oder Hitze gar keine besondere Materie sey, sondern ganz allein in einer besondern Modifikation, das heißt, in einer gewissen innerlichen Bewegung der kleinsten Theilchen aller Materien und Körper bestehe, indem es einerlei sey, ob diese Materien und Körper zu den Gattungen der groben oder zu den Gattungen der feinen gehören. Diese Naturforscher nehmen zwar allerdings auch ein sogenanntes Feuerwesen oder Elementarfeuer in ihre Hypothese auf: aber unter diesem Feuerwesen verstehen sie nichts anders, als das reine und von allem fremden Steffe abgesonderte sogenannte brennbare Wesen selbst,

wel-

welches gewöhnlich auch in deutschen Schriften, einen griechischen Namen führet, und Phlogiston heißt. Von diesem Phlogiston behaupten sie ferner, daß dessen Theilchen vorzüglich fähig wären, durch die geringste Veranlassung nicht nur unter einander selbst in eine sehr heftige Bewegung zu gerathen, und sich mit großer Kraft zu verbreiten, sondern auch den Theilchen der gröbern Materien, mit welchen sie in Verbindung stehen, eine ähnliche Bewegung zu ertheilen, oder sie gleichsam mit sich fortzureißen. Da nun, fügen sie hinzu, das Holz, die Harze, die Oele, der Schwefel, die geistigen Liquores und überhaupt alle leicht entzündbare Materien sehr viel Phlogiston enthalten, welches noch oben drein in dergleichen Materien und Körpern nicht sehr vest an die gröbern erdigen oder wäßrigen und salzigen Theilchen gebunden ist: so kann es in diesen Materien durch die geringste äußere Veranlassung allerdings dergestallt aufgereizet und bewegt werden, daß es die gedachten gröbern Materientheilchen zerreißen oder zerstören, folglich auch in Bewegung setzen muß, um sich durch die Luft verbreiten zu können. Diese heftige Wirkung des brennbaren Wesens, wodurch die Körper, aus welchen es auf diese Weise herausfähret

gänzlich zerstöret werden, pflege man das Verbrennen zu nennen, so, wie im Gegentheile eine minder heftige Bewegung der kleinsten Theilchen der Materien und Körper bloß den Namen der Wärme führe, weil dadurch die Körper und Materien entweder gar nicht, oder doch nur sehr langsam aufgelöset und zerstöret werden.

Aber im übrigen lassen die Naturforscher, die dieser Hypothese zugethan sind, allerdings den reinen oder dephlogistisirten Theil der Luft auch als Auflösungsmittel des Brennbaren gelten. Denn sie wissen wohl, daß diese Luft eine sehr starke Anziehungskraft gegen dasselbe besitzt, wie auch, daß ohne solche Luft gedachte vollkommene Auflösung des Phlogistons nicht Statt findet, oder daß ohne diese Luft kein Feuer zum Ausbruche kommen kann.

Also ist nach dieser Hypothese die Wärme nichts anders, als eine besondere innerliche Bewegung der kleinsten Materientheilchen, von welcher gröbern oder feinern Gattung sie auch immer seyn mögen. Wird nun diese Bewegung sehr heftig, so nennt man sie eine große Wärme oder Hitze, da sie im Gegentheile den

Namen

Namen der Kälte führet, wenn sie sehr geringe, oder gleichsam unmerklich wird.

Außer diesen beiden Hypothesen über das Wesen der Wärme giebt es zwar noch verschiedene andere: aber diese sind alle noch künstlicher ausgedacht, als die angeführten, und haben über dieses bei den Gelehrten eben keinen Beifall gefunden, daher ich ihrer auch weiter nicht erwähnen, sondern dieses nur hinzufügen will, daß mir die Meinung derjenigen, welche die Wärme nicht als ein materielles Wesen betrachten, sondern dieselbe bloß für eine besondere innerliche Bewegung der gröbern sowohl, als der feinern Materientheilchen halten, vor allen übrigen die wahrscheinlichste zu seyn scheint.

Man kann freilich dagegen einwenden, daß nach dieser Hypothese gedachte innerliche Bewegung oft gleichsam von sich selbst entstehen, oder doch sich selbst immer mehr und mehr vergrößern müsse, wenn sie irgendwo einmal ausgebrochen sey, indem bekanntlich die größten Feuersbrünste, wodurch ganze Städte und Wälder verzehret werden, mehr nicht, als einen einzigen kleinen Funken zu ihrer Entstehung nöthig haben, und eine solche sich selbst vergrößernde Bewegung scheine doch den bekannten allgemeinen

Naturgesetzen zu widersprechen, welche gebieten, daß die Bewegung eines Körpers nie größer werden kann, als die Kraft, oder die Ursache ist, von welcher sie bewirkt wird. Allein nicht zu gedenken, daß die nämliche Einwendung auch auf jene Hypothesen, nach welchen die Wärme eine besondere unbekannte Materie seyn soll, eben so gut, wie auf diese paßt, indem die Wärmematerie dort ebenfalls immer stärker und stärker in Bewegung gerathen, oder frei werden muß, wenn sie als Wärme und Hitze empfindbar werden soll: so läßt sich auch gedachte Einwendung meines Erachtens überhaupt gar leicht beantworten. Nämlich eine Bewegung kann zwar allerdings nie größer werden, als die Ursache derselben ist: aber wir wissen doch auch, daß es beschleunigende Ursachen der Bewegung in der Welt giebt, wie zum Beispiele die Schwere, die bekanntlich einen Stein immer desto mehr bewegt, je tiefer er fällt. Mithin kann auch wohl die Ursache der gedachten innerlichen Bewegung der Materientheilchen, oder der Hitze, von der Art seyn, daß dieselbe immer desto stärker und stärker wirken muß, je mehr Materien sie findet, in welche sie wirken kann, oder je länger sie Gelegenheit hat, ihre Wirkung zu äußern. Denn gleichwie

wie ein wenig Sauerteig eine sehr große Masse von Teig in eine innerliche gährende Bewegung setzen und zu lauter Sauerteig machen kann: eben so wird auch ein einziger Feuerfunken eine sehr große Menge von brennbaren Materien in Brand setzen können.

Aber eine zweite Einwendung, welche man gegen diese Hypothese von dem Wesen der Wärme machen kann, und welche in folgenden Bemerkungen bestehet, scheint allerdings einiges Gewicht zu haben.

Nämlich zufolge dieser Hypothese kann ein Körper dem andern seine Wärme nur dadurch mittheilen, daß er ihn entweder unmittelbar, oder vermittelst einer dazwischen befindlichen Materie berührt. Wenn ich zum Beispiele in diese Tasse warmen Thee gieße: so berühren die Theilchen dieses flüßigen Wesens die Tasse unmittelbar und setzen die kleinsten Theilchen derselben ebenfalls in eine ähnliche innere Bewegung, indem sie ihnen die ihrige nach und nach mittheilen, daher dann die Tasse auch warm wird. Nehme ich nun diese in die Hand: so berührt meine Hand nun den Thee mittelbar, oder mit Hilfe der Tasse, deren Theilchen ihre, von dem war-

warmen Thee empfangene, innerliche Bewegung sofort meiner Hand ebenfalls ertheilen. Diese innerliche Bewegung der Theilchen meiner Hand oder meines Blutes empfinde ich, und pflege ihr den Namen der Wärme beizulegen. Auf gleiche Weise theilt sich auch die Wärme des Ofens den Körpern mit, welche sich in dieser Stube befinden. Denn da ist jene innerliche Bewegung der Theilchen des brennenden Holzes außerordentlich heftig, so, daß dadurch sogar ihre anziehende Kraft, oder ihre Verbindung überwunden wird, indem sie in Flammengestallt sich auflösen. Diese sehr heißen Flammen schlagen also an die innern Seiten des Ofens, dessen Theilchen sie nun ebenfalls unmittelbar in jene innerliche Bewegung setzen, die wir Wärme oder Hitze nennen. Hier in der Stube ist nun allerwärts Luft zugegen, die zum Theil den Ofen berührt, mithin gedachte innerliche Bewegung ebenfalls nicht nur empfängt, sondern selbige auch durch die ganze Stube verbreitet, und allen darin befindlichen Körpern mittheilt, nur daß diese Bewegung natürlicherweise immer schwächer und schwächer wird, je weiter sie sich ausbreitet. Hieraus gehet aber hervor, daß zufolge dieser Hypothese die Wärme in keinen leeren Raum

einzudringen vermag, ohngeachtet sie darin gar wohl erregt werden kann. Das heißt, wenn man eine gläserne Kampane recht rein auspumpet, mithin weder Luft noch sonst etwas von einem flüßig elastischen Wesen darinne läßt: so mag man sie hernach von außen so sehr erhitzen, als man will, in den innern oder leeren Raum derselben kann dennoch, zufolge der Hypothese, gar keine Wärme gelangen. Gleichwohl scheinen die Versuche diesem Satze zu widersprechen: denn diese zeigen, daß die Körper, welche man in eine solche luftleere Kampane stellt, oder darin aufhängt, bei einer bestimmten Hitze allerdings fast eben so warm werden, als andere Körper von eben der Art und Größe, welche sich gleich daneben in einer ähnlichen gläsernen Kampane, die nicht luftleer ist, befinden, nur daß die Erwärmung im luftleeren Raume ungemein langsam von Statten gehet, und wohl etliche Stunden braucht, wenn sie im luftvollen Raume kaum eine halbe Stunde nöthig hat, um eben den Grad zu erreichen. Die Körper, welche man in die Kampanen stellt, um das Wachsthum der Wärme nach Graden genau zu erkennen, heißen Thermometer, deren Einrichtung ich Euch ebenfalls bald bekannt machen will.

Man

Nun sagen zwar die Naturforscher, welche die Hitze für eine Materie halten: der luftleere Raum wäre ein schlechter Hitzleiter, und nehme die Wärme ein wenig schwerer als ein Körper in sich auf. Und diejenigen, welche die Hitze bloß für eine innerliche Bewegung der Materientheilchen jeder Art ausgeben, müssen, ihrer Hypothese getreu, behaupten, daß der leere Raum sie eigentlich gar nicht fortleiten, gar nicht annehmen könne, und zwar darum nicht, weil er gar keine Materientheilchen hat, welche sich in Bewegung setzen können. Daß aber ein Thermometer in ihm nach und nach dennoch auch Wärme annehmen muß, das kömmt wohl bloß daher, weil das Thermometer die Kampane selbst, entweder unmittelbar, oder doch vermittelst eines Fadens, woran es hängt, nothwendig berühret. Könnte man nämlich das Thermometer ganz freischwebend im leeren Raume erhalten: so würde zweifelsohne auch die größte Wärme eines darunter gesezten Kohlenfeuers nicht im Stande seyn, das geringste Merkmal wachsender Wärme darin zu erregen; da dieses aber nicht möglich ist: so muß auch die Kampane etwas von ihrer Wärme, die sie vom Kohlenfeuer empfängt, vermittelst gedachter Berührungspunkte dem Thermome-

mometer mittheilen. Und gleichwie man, um die Hände zu erwärmen, mehr Zeit braucht, wenn man einen warmen dünnen Drath berührt, als wenn man den eben so warmen Ofen damit streichelt, eben so muß auch jene Mittheilung nothwendig desto langsamer von Statten gehen, in je weniger Stellen das Thermometer die Kampane berührt. Gewöhnlich kann man jedoch auch die Kampane selbst nicht recht rein ausleeren, indem fast immer einige Lufttheilchen oder doch feine Dämpfe darinne zurücke bleiben; und in diesem Falle kann sich gedachte Bewegung, die wir Wärme nennen, desto leichter bis zu dem darin enthaltenen Thermometer fortpflanzen.

Allein, wie gesagt, alles, was wir von dem Wesen der Wärme zu wissen glauben, ist und bleibt weiter nichts, als Muthmaßung, die man entweder verwerfen, oder der man beipflichten kann. Und aus diesem Grunde wollen wir uns auch auf eine ausführliche Untersuchung desselben weiter nicht einlassen, sondern dafür lieber zusehen, auf welche Weise die Wärme erregt wird, und welche Wirkungen sie eigentlich äußert.

Vor allen Dingen will ich aber noch bemerken, daß wir uns in der deutschen Sprache verschiedener Ausdrücke bedienen, um damit verschiedene Hauptgrade der Wärme zu bezeichnen, indem ein Körper entweder **kalt**, oder **kühl**, oder **lau**, oder **warm**, oder **heiß** genannt wird. **Kalt** wollen wir also einen Körper nennen, wenn die Wärme desselben, ich meine die besondere innerliche Bewegung seiner kleinsten Theilchen, entweder schwächer oder höchstens nur so stark ist, als diejenige Warme der Luft, bei welcher das Wasser zu gefrieren anfängt. **Kühl** hingegen wird eine Materie seyn, wenn sie zwar wärmer als diejenige Luft ist, worin das Wasser zu gefrieren anfängt, aber doch der natürlichen Wärme des menschlichen Körpers noch nicht gleich kömmt. Hat aber eine Materie gerade die natürliche Wärme, die dem Körper des Menschen bei guter Gesundheit eigen ist: so sagen wir von ihm, daß er weder kalt noch warm, sondern lau sey. Wer sehr warmes Blut hat, wird mithin auch oft eine Sache kühl finden, die ein Anderer, dessen Blut minder warm ist, lau oder wohl gar warm nennet. **Warm** heißt nämlich ein Körper, wenn die Bewegung seiner Theilchen zwar größer ist, als die Bewegung der Theilchen des gesunden menschlichen

lichen Blutes, aber doch der Bewegung der Theilchen des siedenden Wassers nicht gleich kömmt. Heiß wird endlich ein Körper seyn, wenn seine Wärme wirklich der Siedhitze nicht nur gleich kömmt, sondern sie auch, so weit man immer will, übersteigt. Wie sehr sich im übrigen die Wärme schwächen, und wie weit sie sich verstärken lasse, das weiß man gar nicht: aber das weiß man, daß eine große Schwäche derselben den Namen der Kälte, eine große Stärke hingegen den Namen der Hitze führet, nur daß man weder bei jener noch bei dieser bestimmte Grenzen anzugeben weiß.

Fragt man nun, wie sie erregt, oder vielmehr, wie sie verstärkt und empfindbar gemacht wird: so ist zu antworten, daß dieses zufolge aller Erfahrung durch das Reiben geschiehet. Denn alle Körper, die man stark genug an einander reibt, erhitzen sich, und solches um so viel stärker, je härter sie sind, und je heftiger man sie an einander hin und her bewegt. So erhitzen sich bekanntlich die Räderaxen und brennen an, wenn der Kutscher sie zu schmieren vergessen hat, und lange sehr schnell fähret. So entzünden sich auch zuweilen die Schleifen, die sehr schwer beladen sind, und schnell auf dem trockenen

Steinpflaster fortgeschleift werden, wobei sie sich, wie leicht zu erachten, erstaunlich reiben. So machen ferner einige Völker, welche auf ihren Inseln isolirt leben, und kein gewöhnliches Feuerzeug kennen, ihr Feuer an, indem sie ein paar Stücken eines trockenen und recht harten Holzes heftig an einander bewegen. Wir selbst erregen das Feuer nicht anders, als durch das Reiben, wenn wir mit einem recht harten Steine, an dessen Statt man auch ein Stück recht hart gefrornes Eis nehmen kann, schnell an einem Stahl schief herunter schlagen. Nicht zu gedenken, daß auch allemal da eine sehr merkliche Wärme entstehet, wo man etwas feilt, schleift, bohrt, hämmert oder drechselt, welche Arbeiten alle nie ohne starkes Reiben vollbracht werden. Sogar flüßige Materien werden warm, wenn sich ihre Theilchen gehörig an einander reiben, oder in eine innerliche Bewegung gerathen, welches vorzüglich bei Auflösungen geschiehet. Lebendiger Kalch wird heiß, wenn man ihn löscht, oder in Wasser auflöset. Scheidewasser auf Metallfeile gegossen, erregt eine Hitze, die größer ist, als daß man das Glas in der Hand erhalten kann. Sehr starker Weingeist mit Wasser vermischt wird beträchtlich warm. Rauchender Salpetergeist in Nelkenöhl getröpfelt

erhizt sich so, daß die Mischung plötzlich in Flammen ausbricht und verbrennt. Ja der Pyrophorus oder Luftzünder, ein schwarzes Pulver, welches aus Alaun und Holzkohlen gemacht wird, und welches den Augenblick Feuer fängt, sobald man die freie Luft hinzu läßt, entzündet sich bloß dadurch, daß die Luft sich daran reibt und es auflöset, so, wie auch die in die Luft geschossenen Kugeln bloß davon heiß werden, daß die Luft sich an ihnen reibt. Heu, Getraide, und vielerlei andere Materien erhitzen sich, und brechen zuweilen gar in Flammen aus, wenn sie anfangen in Fäulniß zu gerathen, welche, wie wir schon wissen, nichts anders, als eine starke Gährung ist, und bloß in einer besondern innerlichen Bewegung der kleinsten Theilchen derselben bestehet.

Allerdings giebt es auch Materien, bei deren Vermischung mit andern keine Wärme, sondern vielmehr Kälte sich zeigt. So entstehet zum Beispiel eine sehr heftige Kälte, wenn man Schnee in Salpetergeiste zergehen läßt, oder auch, wenn man Eis in einer warmen Stube mit Küchensalz bestreuet, wie Ihr ohnlängst selbst bemerket habt, als ich einen Eiszapfen ganz nahe beim warmen Ofen auf dem Tisch

angefrieren ließ. Auch empfinden wir allemal eine merkliche Abkühlung, wenn wir die Hand mit Wasser, vorzüglich aber mit Weingeiste naß machen, und sie sodann in warmer Luft abtrocknen oder abdünsten lassen, welche Abdünstung natürlich ebenfalls nichts anders ist, als eine Auflösung, bei welcher die trockene Luft als Auflösungsmittel wirkt. Ja durch eine sehr verstärkte Ausdünstung kann man sogar Wasser mitten in den wärmsten Sommertagen zu Eis gefrieren lassen: denn man braucht nur etwas Wasser in ein dünnes mit Leinwand umhülletes Gläschen zu gießen, und solches eine Weile lang mit sogenanntem Vitrioläther, welcher eigentlich weiter nichts, als ein sehr starker Weingeist ist, zu benetzen. Da nun jede Vermischung, jede Auflösung, jede Ausdünstung allemal eine Bewegung der Theilchen der Materien, welche vermischt, oder aufgelöset, oder in Dünste verwandelt werden, nothwendig Statt findet: so scheint klar genug zu erhellen, daß nicht nur die innerliche Bewegung der Materientheilchen von verschiedener Art sey, sondern auch daß nicht jede Art ihrer Bewegung diejenige Wirkung die wir Wärme nennen, in unsern und andern Körpern hervor bringen könne, indem die Wärme zweifelsohne nur in derjenigen Bewegung

wegung bestehet, vermöge welcher sich die feinern Theilchen eines Materienklumpens um die gröbern dergestallt wirbelförmig bewegen, daß ihre Wirbel sich dabei zugleich immer mehr und mehr erweitern, mithin den ganzen Materienklumpen in einen größern Raum ausdehnen, so, wie im Gegentheile der nämliche Materienklumpen in uns die Empfindung der Kälte erregen mag, wenn sich seine kleinsten Theilchen dergestallt um einander herum bewegen, daß ihre Wirbel sich zugleich verengern, und mithin ihre ganze Masse in einen kleinern Raum zusammen ziehen. Ueberdieses habe ich auch schon bei Betrachtung des Ursprunges der vornehmsten Eigenschaften der Materien deutlich genug dargethan, daß ein Körper gar wohl immer noch eine veste Konsistenz haben kann, obgleich eine sehr große Menge seiner Theilchen in einer solchen wirbelförmigen Bewegung begriffen ist, wie auch, daß umgekehrt ein Materienklumpen im Ganzen betrachtet gar wohl noch flüßig seyn kann, ohngeachtet schon viele Theilchen desselben einander berühren und gleichsam in Ruhe gerathen sind. Also kann die Salpetersäure im Schnee oder geschabten Eise, desgleichen die Luft im Weingeiste, gar wohl eine solche Bewegung hervorbringen, daß die kleinsten Theil-

chen des geschabten Eises oder des Weingeistes ihre Wirbel um einander immer enger und enger machen, folglich die Empfindung der Kälte erregen, obgleich das Eis im Ganzen genommen durch die dazwischen tretende Salpetersäure flüßig, der Weingeist hingegen in Dunstgestallt von der Luft eingeschluckt wird. Wenigstens halte ich dafür, daß diese Erklärung angeführter Phänomene wohl eben so richtig seyn mag, als diejenige, die uns die Anhänger der Meinung, daß die Wärme eine besondere Materie sey, davon geben, und nach welcher sehr viel Hitze gebunden wird, wenn Wasser oder Weingeist verdünstet, oder wenn Eis zergehet, so, wie im Gegentheile nach eben dieser Meinung sehr viel Hitze sich entwickelt, wenn Dünste in Tropfen sich verdichten, oder wenn Wasser zu Eis gefrieret.

Also muß man die Hauptwirkung der Wärme, wie bei Betrachtung der vornehmsten Eigenschaften der Materien schon gezeigt worden ist, vorzüglich darin suchen, daß dieselbe alle Materien in einen größern Raum ausdehnt, so, wie die Kälte sie in einen kleinern zusammen ziehet. Kalte metallene Kugeln fallen durch ein Loch, wodurch sie nicht fallen können, wenn sie warm

warm sind; ein Drath wird, wenn man ihn heiß macht, länger als er vorher war, und so weiter. Doch diese Ausdehnung zeigt sich nicht etwa bloß bei den vesten Materien, sondern auch bei den flüßigen. Denn hohle Glaskügelchen, die auf kaltem Brantweine, oder Wachskügelchen, die auf kaltem Wasser schwimmen, sinken sofort unter, wenn man sie auf warmen Brantwein oder auf warmes Wasser legt, zum offenbaren Beweise, daß auch die flüßigen Wesen, wenn sie warm sind, weniger eigenthümliches Gewicht, folglich mehr Ausdehnung haben, als wenn sie kalt sind, wobei jedoch noch überhaupt zu bemerken, daß einige Materien bei einer und eben derselben Wärme mehr, andere weniger, einige geschwinder, andere langsamer sich ausdehnen.

Durch diese Ausdehnung sind auch die Menschen auf den Gedanken gebracht worden, ein Werkzeug zu erfinden, woran man die verschiedenen Grade der Wärme und Kälte sogar mit Augen sehen, und viel genauer, als durch das bloße Gefühl, wahrnehmen kann. Dieß Werkzeug ist der sogenannte Wärmemesser oder das Thermometer, welches bei vielerlei ökonomischen Arbeiten sowohl, als bei vielen gelehrten

Beobachtungen der Naturbegebenheiten, schon sehr viel Nutzen geleistet hat, und noch täglich leistet.

Der erste Erfinder desselben war Cornelius Drebbel, ein gelehrter holländischer Bauer, welcher sich nicht nur durch diese, sondern auch durch manche andere nützliche Erfindung berühmt gemacht, und zu Anfange des vorigen Jahrhunderts gelebt hat. Er nahm nämlich wahr, daß vorzüglich die Luft von der Wärme sehr merklich ausgedehnt, von der Kälte hingegen zusammen gezogen wurde; und sann daher auf ein Gefäß, worinne man diese verschiedene Ausdehnung deutlich wahrnehmen konnte. Dieses bestand in einer langen, unten aufwärts gekrümmten gläsernen Röhre, die an ihrem obern sowohl, als untern Ende mit einer Kugel versehen war, wie man an diesem Bilde, Tab. XII. Fig. 1, deutlicher abnehmen kann. Die obere Kugel A war völlig verschlossen, die untere hingegen hatte bei M eine Oeffnung, durch welche die äußere Luft eindringen konnte, daher denn auch nicht nur die Röhre selbst, sondern auch die obere und untere Kugel anfänglich mit Luft angefüllet war. Nachdem er aber das ganze Glas ein wenig erwärmt, folglich die Luft zum Theil

heraus

heraus getrieben oder verdünnet hatte füllete er die untere Kugel mit gefärbtem Wasser, welches hernach wohl bis nach R in der Röhre hinauf stieg, als die noch übrige darin befindliche Luft sich wieder abkühlte, und mithin sich wieder in einen engern Raum zusammen zog, um ihre vorige Dichtigkeit aufs neue anzunehmen. Endlich theilte er die Länge der ganzen Röhre in lauter gleiche Theile oder Grade ein, deren Größe er nach Belieben annahm: und so war sein Thermometer fertig.

Denn wenn sich nun die Luft in der obern Kugel im geringsten erwärmt, und mithin sich ausdehnt: so dehnt sie sich bloß durch die enge Röhre herab aus, und muß folglich das darin stehende Wasser niederdrücken, indem dieses in die untere, bei M offene, Kugel ungehindert zurücke weicht. Wenn aber im Gegentheile die Luft in der obern Kugel erkaltet: so vermindert sich auch ihre Spannung, da dann das gefärbte Wasser nothwendig auch wieder steigt, und zwar darum, weil es von dem Drucke der äußern Luft, welche durch die Oeffnung M frei darauf wirken kann, eben so, wie in den Barometern das Quecksilber, in die Höhe gedrückt wird. Je stärker im übrigen die Luft in der obern Kugel

durch die äußere Wärme ausgedehnt wird, um so viel tiefer preßt sie auch den gefärbten Liquor in der engen Röhre herab: und je mehr sie sich von der Kälte zusammen ziehet, um so viel höher muß auch der Liquor wieder steigen.

Dieses Drebbelische Thermometer dürfte also die gewünschten Dienste allerdings ganz gut leisten, wenn nur die äußere Luft von weiter keinen andern Ursachen, als bloß von der Wärme und Kälte ausgedehnt und zusammen gezogen würde. Da sie sich aber auch aus verschiedenen andern Ursachen bald auflockert, bald wieder verdichtet: so kann dieses Werkzeug eigentlich nur dienen, die abwechselnde Dichtigkeit der äußern Luft, nicht aber ihre verschiedene Wärme allemal genau anzuzeigen. Wenn sich nämlich der Mond in der Erdnähe befindet: so erhebt er, vermöge seiner anziehenden Kraft, unsere Erdatmosphäre mehr, als wenn er am weitesten von uns abstehet. Mithin ist im erstern Falle die freie Luft mehr locker, als im leztern, obgleich ihre Wärme oder Temperatur in beiden Fällen einerlei bleibt. Nun kann aber eine lockere Luft bekanntlich den gedachten Liquor nicht so hoch erheben, als eine dichte, die eben so kalt, wie jene ist: und mithin wird ein sol-

ches Thermometer zuweilen ein Wachsthum der Wärme anzeigen, wo nur eine Verdünnung der Luft, aber keine Erwärmung derselben Statt findet. Oefters verwandelt sich wahrscheinlich auch eine große Menge atmosphärischer Luft plötzlich in Wasser, wenigstens wird oft eine große Menge derselben von den Dämpfen oder Dünsten verschluckt, welche sich zu Wasser verdichten und als Regentropfen herab fallen, so, wie zu andern Zeiten sich plötzlich eine ungeheure Menge von Luft aus dem Wasser entwickelt. Mithin kann auch aus diesem Grunde die atmosphärische Luft bald vermehrt, bald vermindert, folglich bald verdichtet, bald verdünnet werden, ohne daß darum ihre Temperatur eine Veränderung leiden muß. Diese und andere Veränderungen, die in der Atmosphäre vorgehen, wirken nun alle auf dieses Thermometer, und hieraus ist klar, daß man es eher als ein Manometer, welches wir uns ohnlängst schon bekannt gemacht haben, gebrauchen könnte, wenn die Veränderungen, denen es unterworfen ist, überhaupt nur weniger konfus wären.

Nachdem man also hierauf das Barometer erfunden, und zugleich die bereits angeführten Mängel des Drebbelischen Thermometers dadurch

durch erkannt hatte, da ersannen die Mitglieder der florentinischen Akademie, die im vorigen Jahrhunderte die Erkenntniß der Natur sehr erweitern half, eine neue Vorrichtung, woran sich die verschiedene Temperatur der Atmosphäre und anderer Sachen besser wahrnehmen ließ. Man sah nämlich, daß der Weingeist sich ebenfalls von der Wärme geschwind ausdehnte, und von der Kälte zusammen zog. Daher bediente man sich nun desselben Statt der Luft, indem man ihn entweder mit Sandelholz roth, oder mit Lackmus blau, oder mit Curcumä gelb färbte, um ihn in der gläsernen Röhre desto besser sehen zu können. Die Röhre, die man dazu wählte, war wohl einen Fuß lang, aber so enge, als nur immer möglich, und an dem untern Ende war sie auch mit einer hohlen Kugel versehen, die eine beträchtliche Menge Weingeist aufzunehmen im Stande war. Man füllete sie zu Anfange des Frühlings oder im Herbste, wann die Temperatur der Luft zwischen der größten Sommerhitze und strengsten Winterkälte das Mittel hielt. Ganz voll machte man sie aber nicht, sondern etwa nur bis zur Hälfte der Röhre, weil der Weingeist sonst in wärmern Tagen oder bei einer größern Ausdehnung oben heraus gelaufen wäre. Endlich theilte man die ganze

Länge

Länge der Röhre in gleiche Theile oder Grade von beliebiger Größe ein.

Wenn sich nun der Weingeist in der Kugel von der größern Sommerwärme ausdehnte: so stieg er hoch über das Mittel der Röhre hinauf, dieweil er im Gegentheile bei der Winterkälte weit unter den gedachten mittlern Stand herab fiel. Hier zeigte also das Steigen des flüßigen Wesens allemal wachsende Wärme, das Fallen hingegen angehende Kälte, wovon beim Drebbelischen Thermometer gerade das Gegentheil geschah.

Nun verduftete zwar der Weingeist aus dergleichen offenen Röhre sehr leicht, so, daß ein solches Thermometer gar bald seinen ordentlichen Gang verlohr. Allein an dessen Statt wählte man hernach Quecksilber, welches gleichfalls merklich ausgedehnt wird, und sehr empfindlich ist, wenn man es erwärmt, im übrigen aber lange nicht so leicht, wie Weingeist verduftet.

Also hatte nun das Thermometer freilich eine große Verbesserung erhalten, weil das Quecksilber jetzt bloß vermöge der abwechselnden Wärme darin auf und nieder stieg, ohne dabei

von der verschiedenen Dichtigkeit der atmosphärischen Luft etwas zu leiden, oder sonst etwas, als die Temperatur anzuzeigen. Allein nun fand sich wieder dieses Uebel dabei ein, daß bloß die Gelehrten zu Florenz, die dergleichen Thermometer selbst gemacht hatten, sich darnach richten konnten, andere hingegen fast gar nicht, und zwar darum nicht, weil die daran befindlichen Grade der Wärme und Kälte auf keine Weise recht bestimmt, sondern ziemlich nach Willkühr angenommen waren, da doch allemal vorher eine gewisse Größe bekannt seyn muß, ehe man sie in Grade eintheilen, und verständlich davon reden kann, wie ich Euch einst hinlänglich gezeigt habe, als wir von der Natur der verschiedenen Maaße handelten. Hier war nun gar keine gewisse Größe zu finden: denn einige dieser Werkzeuge waren enge und lang, andere hingegen weit und kurz, daher denn auch das Quecksilber in den erstern bei großer Wärme allemal weit höher, bei strenger Kälte hingegen viel tiefer stand, als in den leztern.

Mithin konnte das florentinische Thermometer, welches die Savoyarden auf ihren sogenannten Wetterglasbretern noch immer zum

Verkauf umher tragen, ebenfalls bei weitem noch nicht als ein verständliches Maaß der abwechselnden Temperatur gebraucht werden, obgleich die Erfindung desselben eigentlich das aufzulösende Problem gewesen war.

Gegenwärtig werden aber die Thermometer auf nachfolgende Weise verfertigt.

Man hält das eine Ende eines dünnen gläsernen Rörchens, welches inwendig durchaus gleich weit ist, in die Flamme einer Schmelzlampe so lange, bis dieses Ende zu schmelzen anfängt, worauf man sofort am andern Ende hinnein bläset, um jenes weiche Ende in eine Kugel von der Größe einer Erbse oder höchstens einer Haselnuß auszudehnen. Diese kleine hohle Kugel wird im Winter, wenn es Eis gefrieret, über einem Kohlenfeuer nach und nach erhitzt, um die darin enthaltene Luft heraus zu treiben. Dann wird sie geschwind von dem Kohlenfeuer hinweggenommen, indem man das offene Ende des Rörchens in gereinigtes Quecksilber taucht, welches hernach durch das Rörchen, in die Kugel eindringt und sie erfüllet, sobald sich diese abkühlt, und nun weiter nichts mehr enthält, was dem Drucke der äußern Luft widerstehen kann. Sollte jedoch das erste mal

nicht

nicht alle Luft ausgetrieben, und folglich die ganze Kugel nebst ihrem Rörchen nicht gänzlich mit Quecksilber erfüllet werden: so erhitzt man das Glas zum zweiten, oder auch wohl zum dritten und vierten male, bis endlich alle Luft herausgetrieben, und an deren Statt lauter Quecksilber hinnein gepreßt ist. Hierauf erhizt man es aufs neue über dem Kohlenfeuer so lange, bis das Quecksilber darin fast zu kochen anfängt, und sich bis an das obere Ende herauf ausdehnet, oder auch wohl gar ein wenig überläuft. So ist man überzeugt, daß gar keine Luft mehr darin enthalten seyn kann: und nun wird es an der Schmelzlampe sogleich auch oben zugeschmolzen, das heißt, es wird hermetisch versiegelt, ehe sich das Quecksilber wieder abkühlet, oder herab fällt. Hierauf wird es zu einer Zeit, wo die Barometerhöhe sieben und zwanzig parisische Zoll beträgt, in siedendes Wasser gesetzt, und hernach der Punkt, wo das Quecksilber im Rörchen stehen bleibt, mit einem darum gewundenen seidenen Faden genau bemerkt. Siedendes Wasser behält nämlich bei einerlei Barometerhöhe immer einerlei Wärme, und wird nie heißer, es mag sieden, so lange es will, daher denn auch das Thermometer in siedendem Wasser weiter nicht steigt,

sobald

sobald es einmal die Wärme oder Hitze desselben angenommen hat, und eben darum pflegt man diesen Punkt, wo das Quecksilber jezt stehen bleibt, den Siedpunkt zu nennen. Aus dem siedendem Wasser sezt man das Thermometer allmählig in kaltes, welches zu gefrieren anfängt. Hier fällt nun das Quecksilber bis auf einen gewissen Punkt herab, und bleibt auf demselben abermals unbeweglich stehen, ohne tiefer zu sinken, daher endlich auch dieser feste Punkt, welcher den Namen des Eis- oder Gefrier-Punktes führet, auf eben die Art, wie der vorige, bemerkt wird.

Auf diese Weise hat man wirklich eine Art von Maaßstab für die verschiedene Wärme gefunden, ich meine den Abstand gedachter beiden Punkte, welcher von Jederman, der ein Thermometer machen will, auf die beschriebene Weise leicht bestimmt und in kleinere gleiche Theile oder Grade eingetheilt werden kann.

Nun ist zwar diese Eintheilung, wie leicht zu erachten, noch immer sehr willkührlich, da man den Raum zwischen den erwähnten beiden Punkten in so viele gleiche Theile theilen kann, als man will. Allein, um kein Sonderling zu seyn, und um alle Thermometer

gleichsam einerlei Sprache reden zu lassen, bedient man sich in Hinsicht auf diese Eintheilung insgemein einer von folgenden beiden, welche von Männern, die sich um die Verbesserung dieses Werkzeuges vorzüglich verdient gemacht haben, eingeführt worden ist.

Die erste pflegt man die **Fahrenheitische Eintheilung** oder die **Fahrenheitische Skale** zu nennen, weil ihr Erfinder **Fahrenheit** hieß, welcher vor ohngefähr achtzig Jahren zu Danzig, hernach aber in Holland lebte, und großes Vermögen durch Verfertigung solcher Thermometer erwarb. Mit Quecksilber füllete er sie nicht, sondern mit gefärbtem Weingeiste, und schmelzte sie oben zu, um das Verduften desselben zu verhüten. Bei Bestimmung des allgemeinen Maaßes der verschiedenen Wärme verfuhr er auch etwas anders, als nur allererst gemeldet worden ist, indem er nicht gedachte Entfernung des natürlichen Eispunktes von dem Siedpunkte dazu annahm, sondern vielmehr einen künstlichen Kältepunkt suchte, welchen er fand, wenn er geschabtes Eis mit Salmiak vermischte, und sein Thermometer hinnein sezte; denn er hatte wahrgenommen, daß der Weingeist in demselben nun zwar noch weit unter den

natür-

natürlichen Gefrierpunkt herabfiel, endlich aber doch auch auf einem gewissen Punkte allemal stehen blieb. Diesen besondern Kältepunkt bezeichnete er mit einer Null, weil er glaubte, eine größere Kälte, oder geringere Wärme, als diese, wäre nicht möglich. Dann theilte er den Raum zwischen diesem künstlichen Kältepunkte und erwähnten natürlichen Eispunkte in 32 gleiche Theile oder Grade ein, die also von unten herauf nach einander folgen. Aber in siedendem Wasser stieg es noch 180 solcher Grade über den natürlichen Eispunkt in die Höhe; da denn leicht zu erachten, daß nun die ganze Fahrenheitische Skale von gedachter künstlichen Kälte bis zur Siedhitze des Wassers aus 212 gleichen Theilchen bestehet, wie Ihr an diesem Bilde, Tab. XII. Fig. 2, deutlicher abnehmen könnet.

Die zweite Eintheilung des Raumes zwischen dem natürlichen Eis- und Sied-Punkte schreibt sich von Reaumür, einem französischen Gelehrten her, der diesem Raume, wie an dem Bilde Tab. XII. Fig. 3 zu sehen, 80 gleiche Theile oder Grade gab, weswegen man auch noch jezt jedes Thermometer, das auf diese Weise eingetheilt ist, ein Reaumürsches Ther-

mometer zu nennen pflegt, um es von dem vorher beschriebenen sogenannten Fahrenheitischen zu unterscheiden. Die besondern Gründe, worauf er diese neue Eintheilung bauete, sind zu weitläuftig, als daß ich sie hier beschreiben kann. Bloß dieses will ich dabei noch anführen, daß er sein Thermometer ebenfalls mit gefärbtem Weingeiste füllete, der aber gegenwärtig deswegen allgemein verworfen wird, weil er die Siedhitze des Wassers nie gänzlich erreicht, sondern schon siedet, und sich in Dämpfe auflöset: ehe noch das Wasser zu sieden anfängt, worein man das Thermometer sezt. Quecksilber hingegen erfodert eine größere Hitze, um zu sieden, als Wasser, daher es auch die Hitze dieses leztern in allen offenen Gevässen leicht annimt, und mithin zu diesem Gebrauch vorzüglich geschickt ist, besonders da es überdieses noch durch die wachsende Wärme sich ungemein regelmäßig ausdehnt.

Gegenwärtig werden also alle gute Thermometer mit Quecksilber gefüllt. Aber bei dem Reaumürischen giebt es nur keinen besondern künstlichen Kältepunkt, sondern man pflegt an ihm bloß den natürlichen Eispunkt mit Null zu bezeichnen, und sodann die 80 Grade der

Wärme bis zum Siedpunkte aufwärts zu zählen. Abwärts vom Eispunkte werden zwar auch so viel dergleichen Grade angemerkt, als der Raum von gedachtem Punkte bis an die Kugel verstattet: aber diese Grade nennt man negative Grade der Wärme, oder Grade der Kälte, deren äußerste Grenzen, wie schon gesagt, sich gar nicht bestimmen lassen, weil man sie durch Vermischung des geschabten Eises mit mancherlei Salzen oder Säuren weit strenger, als Fahrenheit mit seiner Salmiakmischung machen, und keine Grenzen derselben finden kann.

Es giebt zwar noch eine dritte Gattung von Quecksilberthermometern, die den Namen ihres Erfinders de l'Isle, der vor etwa sechzig Jahren zu Petersburg lebte, erhalten haben, und bei welchen man den Raum zwischen dem Sied- und Eis-Punkte in 150 gleiche Theile theilt, die man überdieses nicht, wie bei den übrigen von unten hinnauf, sondern von oben herab zählet, so, daß hier der Siedpunkt mit Null bezeichnet wird. Allein diese besondere Eintheilung ist jezt schon nicht mehr im Gebrauch, und aus dieser Ursache wollen wir uns dabei auch nicht länger aufhalten. Man siehet jedoch daraus, daß diese drei Arten von

Thermometern überhaupt weiter in nichts, als in der Eintheilung des Raumes, der zwischen dem Sied- und Eis-Punkte enthalten ist, von einander unterschieden sind, indem dieser Raum bei der einen Art mehr, bei der andern weniger Grade enthält, welche aber ein Jeder, der ein wenig rechnen kann, leicht mit einander zu vergleichen weiß.

Noch ist hiebei zu bemerken, daß die Entfernung des Eispunktes vom Siedpunkte jedesmal desto größer ausfällt, je enger die Röhre, und je größer die daran befindliche Kugel des Thermometers ist. Denn alsdann enthalten sie viel Quecksilber, welches natürlicher Weise von einer gewissen Wärme durch einen langen Raum ausgedehnet wird. Und hieraus ist leicht abzunehmen, daß auch die Grade an einem solchen großen Thermometer groß, an einem kleinen hingegen klein seyn müssen, gerade so, wie bei den Kreisperipherien, wo sich die Grade in Ansehung ihrer Größe auch nach der Größe der Kreise selbst richten. Da es nun fast nicht möglich ist, zwei Rörchen von vollkommen gleicher Weite, oder zwei Kugeln von ganz gleicher Größe zu blasen: so kann man wohl tausend Thermometer machen, ehe man zwei dar-

unter findet, welche genau einerlei Maaß haben, das heißt, bei welchen der Siedpunkt vom Eispunkte genau gleich weit abstehet. Mithin ist es eine Thorheit, wenn manche Menschen, die ihre Thermometer zerbrochen haben, sich neue nach den Skalen der zerbrochenen wollen machen lassen, bloß, weil etwa die Bretchen, worauf sich diese Skalen befinden, zierlich ausgeschnizt, oder wohl gar mit Gold oder Silber belegt sind. Man kann nämlich die Thermometer nie nach den schon verfertigten Skalen einrichten, sondern man muß vielmehr die Skalen nach den Thermometern verfertigen. Wer dieses weiß, wird also nie mit kostbaren Thermometerskalen eine Art von Pracht zeigen wollen: denn ein ebener Streifen von starkem Mössingblech ist schon dazu hinreichend, zumal da sich die Grade sehr fein darauf einritzen lassen.

Auch bestehet ihr Nutzen nicht etwa darin, daß man daran sehen kann, wie kalt oder wie warm die Luft ist, indem man dieses ohnehin fühlt, und welches nur in sehr wenigen Fällen eine besondere Aufmerksamkeit verdient: sondern er bestehet, wie schon gesagt, vielmehr darin, daß man sehr viele chemische und ökonomische Arbeiten, die nur bei einem gewissen Grade der

Wärme gut gerathen, darnach reguliren, und folglich manchen Schaden verhüten kann. Bei dem jetzigen fast allgemein überhand nehmenden Mangel an Brennholze wäre es auch sehr gut, wenn unsere Dienstbothen in der Sprache der Thermometer unterrichtet würden, und nach denselben einheizen lernten, damit sie uns nicht, besonders im Frühlinge und Herbste, bei angenehmer und milder Witterung mit ihrer Ofenhitze verbrennen, bei eintretender Kälte aber auch nicht erfrieren ließen. Es wäre daher wohl überhaupt sehr zu wünschen, daß die Jugend in den Schulen auf dem Lande und in kleinen Städten von der Erlernung mancher unverständlicher Sachen, die sie bloß wieder vergessen, befreiet, und an deren Statt in dergleichen, allenthalben und in allen Verhältnissen des Lebens, ungemein nützlichen Kenntnissen unterrichtet würden.

Aber nun hat auch die Hitze oder Wärme, die den Siedpunkt übersteigt, ebenfalls verschiedene Grade, von welchen man jedoch an diesen Thermometern, wie leicht zu erachten, nur noch wenige abmessen kann, weil sie höchstens nur bis zur Siedhitze des Quecksilbers ausreichen. Mithin hat man zur Bestimmung einer grö-

größern Hitze ein anderes Werkzeug nöthig, welches auf griechisch Pyrometer, auf deutsch ein Hitzmesser heißt, und welches in dem Bilde Tab. XII. Fig. 4 vorgestellet ist.

Es bestehet aus einer langen metallenen Stange AB, worunter man Feuer anzuzünden pflegt, und welche an dem hintern Ende B eingeklemmt ist, damit sie daselbst weder vor- noch rück- wärts weichen kann. Vorne bei A hingegen ruhet sie ganz frei auf ihrer Unterlage, indem sie daselbst bloß den sägenförmigen eisernen Stab AC berührt. Dieser greift mit seinen Zähnen in das Getriebe des Rades D, so, daß es ein wenig umgedrehet wird, sobald sich die gedachte Stange von B nach A zu ausdehnt, mithin den gezähnten Stab AC fortschiebt. Eben so wird auch von diesem Rade das Getriebe E nebst seinem Zeiger umgedrehet, welcher nun an der daran befindlichen Scheibe, wie der Zeiger einer Uhr, die Grade der Ausdehnung der metallenen Stange anzeigt. Je mehr mal also die Anzahl der Zähne des Rades die Anzahl der Triebstöcke übertrifft, desto empfindlicher ist auch das Pyrometer, oder desto sichtlicher drehet sich der Zeiger in seinem Kreise herum. Wenn zum Beispiele das Rad D sechs

und dreißig Zähne, seine Getriebe hingegen nur sechs, und das Getriebe E auch nur sechs hat: so darf der Stab AC bloß um einen einzigen Zahn fortrücken, um das Rad sechs Zähne weit fort zu treiben, den Zeiger hingegen ein ganzes mal rings herum zu drehen.

Soll sich nun die verschiedene Hitze nach Thermometergraden durch dieses Werkzeug deutlich angeben lassen: so muß man anfänglich die metallene Stange in Wasser stellen, welches eben zu gefrieren anfängt, und nun den Punkt, wo der Zeiger stehen bleibt, an der Scheibe bemerken. Hierauf wird Feuer darunter angezündet, bis das Wasser siedet, wodurch denn die metallene Stange zugleich mit ausgedehnt wird, folglich den gezähnten Stab ein wenig fortschiebt, und mithin den Zeiger bis znm Siedpunkte drehet, welchem man sofort ebenfalls an der Scheibe genau bemerkt. Also drükt man nun den Abstand gedachter beiden Punkte der Eiskälte und Siedhitze hier an der Scheibe eben so, wie an einer Thermometerskale aus, und eben so theilt man ihn hier auch in gleiche Theile oder Grade, wie dort, ein. Gesezt nämlich der Zeiger habe sich von der Eiskälte bis zur Siedhitze um den dritten

Theil

Theil des ganzen Umfanges der Scheibe fortgedrehet, und man will nun die Fahrenheitische Skale darauf anbringen: so theilt man diesen dritten Theil des gedachten Umfanges in 180 gleiche Theile ein, indem man zu dem Eiskunkte 32, zu dem Siedpunkte hingegen 212 sezt, und sodann vom Eispunkte noch 32 solcher Theile zurücke trägt, um an dem Ende derselben mit Null anfangen zu können, oder die Fahrenheitische künstliche Kälte damit anzuzeigen. Von dem Siedpunkte trägt man endlich noch so viel solche gleiche Theile am Umfange der Scheibe herum, als derselbe bis wieder zum Anfangspunkte, oder bis zu 0 gestatten will.

Diese ganze Vorrichtung ist also im Grunde nichts weiter, als ein wirkliches Thermometer, nur daß es aus Metall bestehet, und nicht bloß Kälte und Wärme, sondern auch Hitze bestimmt anzeigt, indem die Grade, welche Kälte oder gelinde Wärme andeuten, wenn der Zeiger zum ersten male auf sie zeigt, bei der zweiten oder dritten Umdrehung immer nach der Reihe fort zu den Graden der Hitze gezählt werden. Daher ist nun leicht zu erachten, wie man durch dieses Werkzeug finden kann, bei welchem Grade der Hitze diese oder jene Metalle

schmel-

schmelzen. Einige berühmte Gelehrte haben sich auch wirklich aus allerlei Metallen dünne Stäbe verfertigen lassen, um auf diese Art gedachte Hitze zu erforschen, da sie dann folgende Resultate gesunden haben.

Nach der Fahrenheitischen Skale erfodern zinnerne Stangen 420, bleierne 550, silberne 1000, goldene 1300, kupferne 1450, und eiserne 1600 Grade, um zu schmelzen, woraus also leicht abzunehmen, daß man an einem Merkurialthermometer nur noch die Hitze des schmelzenden Bleies und Zinnes, keinesweges aber eine beträchtlich größere Hitze beobachten kann, weil es nie über 600 Grade nach Fahrenheit, oder nie über 253 Grade nach Reaumür zu zeigen vermag.

Wenn im übrigen die vesten Materien durch die Hitze flüßig, die flüßigen hingegen durch die Kälte vest werden: so geschiehet solches bloß darum, weil die innerliche wirbelförmige Bewegung der kleinsten Theilchen bei jenen entweder zu allgemein, oder zu stark, bei diesen aber entweder zu partikulär, oder zu schwach wird, als daß diese Theilchen im erstern Falle ihre meisten Berührungspunkte, und folglich ihren Zusammenhang nicht verlieren, im leztern hingegen

gegen diese Berührungspunkte nicht meistentheils wieder finden, und folglich nicht aufs neue sich vest zusammen hängen sollten. Doch dieses habe ich schon ehemals, bei Betrachtung des Ursprunges der verschiedenen Eigenschaften der Materien wahrscheinlich zu machen gesucht, und berufe mich nun wieder darauf, so, wie ich mich auch jetzt wieder auf dasjenige berufe, was ich damals von den Ursachen gesagt habe, welche machen, daß einige Materien, wie zum Beispiele das Wasser, das Eisen, der Schwefel, sprödes Glas, der Spießglanz und so weiter, sich plötzlich wieder etwas ausdehnen, indem sie durch die Kälte erhärten, und wobei ich nur noch bemerken will, daß diese neue Ausdehnung nicht Statt finden würde, wenn man dergleichen Materien von innen heraus könnte gefrieren lassen.

Außerdem ist aber auch beim Gefrieren oder Verhärten noch dieses zu wissen, daß nicht nur gedachte spröde Materien wegen dieser Ausdehnung die Formen, worein man sie gießt, sehr scharf ausfüllen, indem sie gerinnen, und daß deswegen Herr Rost hauptsächlich den Schwefel zu den Abdrücken der Antiken gewählt hat, sondern auch, daß man es bloß dieser Ausdeh-

nung zuzuschreiben habe, wenn bei sehr starkem Froste manche Bäume und nasse Felsen, oder andere feuchte Körper, mit einem großen Knalle zerspringen; wenn ferner das Pflaster auf den Straßen vom Froste gehoben wird; wenn sogar die stärksten Gefäße die mit Wasser angefüllet und veste verschlossen sind, bei starkem Froste zerplatzen, und so ferner. Doch ist hiebei auch noch zu wissen, daß gesalzenes Wasser nicht so leicht, als ungesalzenes gefriert, und daß daher das Meerwasser, um zu gefrieren, einen stärkern Grad von Kälte, als das Flußwasser erfodert, und zwar darum, weil die Kälte vorher die Salztheilchen erst aus den Zwischenräumchen des Wassers gleichsam heraustreiben oder zu Boden werfen muß, ehe sie das Wasser zu Eis machen kann, daher denn auch das gefrorne und wieder aufgethauete Meerwasser nicht mehr salzig ist.

Bei dem Schmelzen hingegen nimt man wahr, daß die Metalle plötzlich schmelzen, wenn sie einmal den erfoderlichen Grad von Hitze erreicht haben, so, wie sie auch geschwind gerinnen, wenn sie die Wärme bis zu einem gewissen Grade wieder verlieren, da im Gegentheile die fettigen Materien nur allmählig zergehen,

und allmählig wieder vest werden. Nur das Eis zergehet bloß nach und nach, ohngeachtet es plötzlich entstehet, wenn das Wasser einmal seine Wärme bis zu dem dazu erfoderlichen Grade verlohren hat. Sonderbar ist es auch, daß einige Materien, die für sich allein kaum bei der allerstärksten Hitze schmelzen, bei einem weit geringern Grade derselben zerfließen, wenn man sie mit andern klein gestoßenen Materien, die an sich oft eben so strengflüßig sind, vermengt, woraus aber leicht abzunehmen, daß dabei eine Art von Auflösung Statt finde, oder daß die eine strengflüßige Materie das Auflösungsmittel der andern sey.

Warum aber gewisse Materien die Auflösungsmittel anderer Materien sind, das weiß eigentlich niemand.

Bis jetzt hat man im übrigen noch keine veste Materie gefunden, welche in hinlänglicher Hitze nicht flüßig, und keine flüßige, die in heftiger Kälte nicht vest geworden wäre, ausgenommen die Luft, welche auch in der allerstrengsten Kälte nicht gerinnet.

Wenn ich aber sage, das alle bisher bekannte veste Materien durch angemessene Hitze flüßig wer-

werden: so verstehe ich darunter auch diejenigen, welche sich durch die Hitze in Dämpfe auflösen, wiewohl diese Auflösung auch dem Wasser und allen andern Materien, die in der gewöhnlichen atmosphärischen Wärme flüßig sind, bei hinlänglicher Hitze widerfähret. Flüßig ist nämlich auch jeder Dampf, er mag nun trocken oder feucht seyn, und er entstehet, wenn die Theilchen einer heißen Materie durch gar zu heftige Bewegung ihre Berührungspunkte allenthalben verlieren, oder sich von einander losreißen und sich weit umher zerstreuen. Feucht sind aber die Dämpfe, wenn sie von wäßeriger Natur sind, oder aus Materien entspringen, welche viele wäßerige Theile enthalten, wie zum Beispiele aus feuchtem Holze, Weingeiste, Wasser, oder dergleichen: trocken hingegen sind sie, wenn sie ihren Ursprung aus trockenen Materien, zum Beispiele aus glüenden Kohlen, nehmen. Auch unterscheiden sie sich von den Dünsten beträchtlich, und müssen daher keineswegs damit verwechselt werden. Denn die Dünste sind nichts weiter, als allerlei höchst fein aufgelösete Materientheilchen, die in der Luft, als in ihrem Auflösungsmittel unsichtbar herum schwimmen, und zu deren Erzeugung keine Hitze, wie etwa zu der Erzeu-

gung

gung der Dämpfe, nöthig ist, indem sie auch in der allerstrengsten Kälte entstehen. Man darf nur einen genau abgewogenen Eisklumpen bei sehr strenger Kälte an die heitere freie Luft legen, und man wird nach wenigen Tagen deutlich bemerken, daß dieser Eisklumpen einen beträchtlichen Theil von seinem Gewicht verlohren hat, zum offenbaren Beweise, daß auch die kälteste Luft, wenn sie nur trocken genug ist, eine starke Auflösung zu bewirken, und eine Menge fremder Materientheilchen in Dunstgestallt aufzunehmen vermag. Ohne Luft können daher keine Dünste entstehen, und im luftleeren Raume kann keine Ausdünstung erfolgen. Dämpfe hingegen erzeugen sich allerdings im luftleeren Raume, und zwar noch leichter, als in der Luft selbst, indem einige Materien bei einer sehr geringen Wärme schon in Dämpfe übergehen, oder auch wohl gar zu sieden anfangen. Das Quecksilber im Barometer, erfüllet mit seinen Dämpfen den obern luftleeren Raum, wo sich dasselbe öfters in Gestallt eines feinen glänzenden Schweißes anhängt, und solches geschiehet auch bei denjenigen Barometern, die nie in einer sehr warmen Stube, sondern stets an einem kühlen Orte hangen. Auf gleiche Weise verwandelt sich auch Wasser in dünner Luft leich-

ter in Dämpfe, und siedet bei viel weniger Wärme, als in dichter; daher man auch, um am Thermometer die gewöhnliche Siedhitze richtig zu bestimmen, allemal diejenigen Tage und Stunden dazu wählt, wo die Atmosphäre ihre gewöhnliche Dichtigkeit besitzt, wie vorhin schon erinnert worden ist. Ja in dem sogenannten Wasserhammer kann man das Wasser schon durch die natürliche Wärme der Hand zum Sieden bringen. Es bestehet aber dieses Werkzeug, Tab. XII. Fig. 5, aus einer an beiden Enden zugeschmolzenen Glasröhre AB, welche an dem einen Ende mit einer weiten luftleeren Höhle C versehen, und fast bis an den engen Hals B mit Wasser gefüllet ist. Den Namen eines Wasserhammers führt es deswegen, weil es einen Schall giebt, wie ein kleiner eiserner Hammer, womit man einen Ambos klopft, wenn man es nämlich bei B zwischen den Fingern senkrecht hält, und schnell damit auf und nieder fähret, zum deutlichen Beweise, daß die Theilchen des Wassers keinesweges weich, sondern vielleicht so hart, wie die härtesten Steintheilchen sind. Wasser giebt also gewöhnlich bloß darum keinen so harten Schall, wenn es in freier Luft auf einen vesten Körper fällt, weil es da vorher die Luft erst

von

von den Oberflächen des Körpers worauf es fällt, vertreiben muß, und weil ihm diese widerstehet, mithin seinen plötzlichen Anprall hindert, welcher Widerstand aber in diesem Werkzeuge darum nicht Statt findet, weil da keine Luft zugegen ist. Nimt man aber die luftleere Höhle in die Hand, und hält man das ganze Werkzeug horizontal: so fließt nach und nach das Wasser aus der Röhre in die Höhle herüber, und fängt nicht nur an zu dampfen, sondern geräth auch in Wallung, das heißt, es wird siedend, ohngeachtet es nicht merklich warm wird.

Noch ist hiebei zu merken, daß die Dämpfe, so lange sie heiß genug sind, sich mit einer erstaunlichen Kraft ausdehnen, daher sie oft sehr starke Gefäße zu zersprengen im Stande sind, wenn man sie darin einschließt, und nicht abkühlt, und aus diesem Grunde bedient man sich ihrer auch um große Maschinen damit zu treiben. Doch geschiehet letzteres nur in denjenigen Gegenden, wo Mangel an fließendem Wasser, und Ueberfluß an Brennmaterialien ist, weil man darzu stets ein großes Feuer, und große verschlossene Kessel mit Wasser siedend erhalten muß.

Auf dieser starken Ausdehnung der Dämpfe beruhet ferner nicht nur das erstaunliche Gezische und Geprassele, welches entstehet, wenn man einige Wassertropfen auf glühende Kohlen oder schmelzendes Metall fallen läßt, sondern auch das heftige Zerplatzen der kleinen gläsernen, etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllten Vexierkügelchen, die man bei den Savoyarden kauft und auf glühenden Kohlen zerspringen läßt.

Aber am besten kann man diese Ausdehnung im Kleinen an der sogenannten Dampfkugel oder Aeolipila wahrnehmen, indem sich dabei zugleich auch verschiedene andere Eigenschaften der Dämpfe mit Bequemlichkeit beobachten lassen. Diese ist nichts weiter, als eine hohle küpferne Kugel, die mit einer ziemlich spitzig zulaufenden Röhre versehen ist, und sich ohngefähr so ausnimmt, wie ich sie in diesem Bilde, Tab. XII. Fig. 6, vorgestellet habe, wo A die Kugel, und AB gedachte Röhre bedeutet. Wenn sie wasserleer ist: so erhizt man sie erstlich über einem Kohlenfeuer, um die Luft größtentheils heraus zu treiben. Sodann hält man die enge Oeffnung der Röhre B in kaltes Wasser, welches hernach, sobald sich die Kugel wieder abkühlt, durch den Druck der äußern

Luft

Luft in dieselbe hinnein getrieben wird, und sie großentheils erfüllet. Will man nun die Dämpfe betrachten: so darf man sie nur wieder auf das Kohlenfeuer setzen, und warten, bis das Wasser siedet, oder sich in Dämpfe auflöset, welche sodann wie ein heftiger Wind mit einem merklichen Geräusche durch die enge Oeffnung B heraus fahren. Nahe bei B siehet man den heraus fahrenden Dampfstral gar nicht, sondern man fühlt ihn bloß daselbst, indem er nicht nur die Hand, wie ein heftiger Wind, fortstößt, sondern sie auch verbrühet, wenn man sie in diese Stelle hält. Aber gleich über dieser Stelle, oder bei D, ist er schon kalt und sichtbar, worauf er sofort, nachdem er sich weit genug erhoben hat, zum zweiten male unsichtbar wird, und zwar darum, weil ihn die kühle Luft nun wirklich selbst auflöset, oder in Dünste verwandelt. Läßt man aber dergleichen feuchte Dämpfe in einem Geväße in die Höhe steigen, welches oben durch kaltes Wasser, oder auch nur durch kalte Luft, stets kalt erhalten wird: so sammlen sich dieselben an den innern Seiten dieses Geväßes wieder tropfenweise, das heißt sie fließen als ordentliches Wasser darin wieder herab. Dieses leztere gilt aber mit einigem Unterschiede auch von den trockenen Dämpfen: denn

diese legen sich in Gestallt einer bald mehr bald minder vesten Masse an die Oberflächen der Körper vest, indem sie sich daran abkühlen, wie wir am Ruße, welcher bekanntlich nichts weiter als abgekühlter Dampf oder Rauch ist, hinlänglich abnehmen können.

In der Scheidekunst pflegt man diejenigen Operationen, welche sich auf diese Abkühlung und Verdichtung der feuchten Dämpfe gründen, Destillirungen zu nennen, so, wie im Gegentheile diejenigen Operationen, welche auf der Abkühlung und Verdichtung trockener Dämpfe beruhen, den Namen der Sublimirungen führen.

Die meisten Naturforscher sagen im übrigen zwar, daß die Dämpfe elastisch wären. Allein man darf diesem Ausdrucke den Sinn, der ihm eigentlich gebühret, nicht unterschieben, wie ich schon vor geraumer Zeit erinnert habe, als wir uns die Bedeutung des Wortes Elasticität bekannt machten. Spannung besitzen die Dämpfe allerdings, und zwar, eine sehr heftige, wenn sie eingeschlossen sind: aber die Ursache derselben ist keinesweges in einer besondern Eigenschaft, welche man Elasticität nennet, sondern bloß in der Hitze zu suchen. Denn

kann

kann wohl eine größere Ausdehnung, eine stärkere aus einander treibende Kraft gedacht werden, als diejenige, welche die kleinsten Theilchen der meisten Materien, diese mögen nun flüßig oder vest seyn, auseinander zu reißen, und weit umher zu streuen vermag? Oder bedarf es wohl etwas weiter, als der anziehenden Kraft, um diese Theilchen, wieder zusammen zu ziehen und aufs neue zu vereinigen, wenn ihre zu heftige Wirbelbewegung, das heißt, ihre Hitze nachläßt?

Aber einige Materien leuchten zugleich auch, wenn ihre Theilchen in eine sehr heftige Bewegung gerathen, oder sehr heiß werden, und solches gilt hauptsächlich von dem Schwefel und Weingeiste, wie auch von den Harzen, Oehlen, Metallen, und überhaupt von allen Materien, welche eine beträchtliche Menge des brennbaren Wesens in ihrer Mischung enthalten. Denn die kleinsten Theilchen dieses eigentlich sogenannten Feuerwesens besitzen vorzüglich das Vermögen, bei der geringsten Veranlassung sogleich aufzuspringen, oder so zu sagen, lebendig zu werden, und andere gröbere Materientheilchen, die ihnen zunächst anhangen, mit sich fortzureißen. Auch unterscheidet sich das

brennbare Wesen oder Feuerelement von jeder gröbern Materie dadurch, daß gedachte Bewegung seiner Theilchen sich nicht bloß unserm Gefühl als Wärme, sondern auch unserm Gesicht als Licht zu erkennen giebt, indem gegentheils die Theilchen der gröbern Materien durch ihre wirbelförmige Bewegung nur allein die Empfindung der Wärme in uns erregen; daher denn auch das gemeine Küchenfeuer, oder dasjenige Phänomen, welches Licht und Wärme zugleich äußert, nur dadurch entstehen kann, daß man Materien anzündet, welche das brennbare Wesen in großer Menge enthalten.

Wo nun die Theilchen des brennbaren Wesens nur locker mit andern gröbern Materientheilchen zusammen hangen, da steigen sie in Gestallt leuchtender oder glühender Dämpfe in die Luft, sobald ihre Bewegung reißend genug wird. Alsdann pflegt man dieses Phänomen, wodurch das eigentliche Verbrennen bewirkt wird, eine Flamme zu nennen, welche daher zu ihrer Existenz nothwendig reine Luft erfodert, weil diese, wie gesagt, eigentlich das Auflösungsmittel des Feuerwesens ist. Wo aber die Theilchen des Brennbaren mit andern gröbern Theilchen wegen ihrer größern Affinität zu vest

verbunden sind, als daß dieselben sich häufig genug in die Luft erheben, und einen leuchtenden Dampf bilden können, da zeigen sie bloß dasjenige Phänomen, welches man das Glühen oder die Gluth eines Körpers nennet, wobei sich die Theilchen des brennbaren Wesens zwar allerdings auch sehr heftig bewegen, aber doch sich nicht losreißen und sich nicht in hinlänglicher Menge erheben können, weil sie von der anziehenden Kraft jener gröbern Theilchen größtentheils zurücke gehalten werden. Freilich verbrennen die meisten Materien, die nur glühen, und nicht in Flammen ausbrechen, nach und nach ebenfalls, und werden zerstöret, so, daß dabei ihr Brennbares davon fliegt: aber dieses Verbrennen geschiehet nur zu langsam, als daß die dabei aufsteigenden Dämpfe dicht genug werden können, um eine Flamme zu bilden.

Wegen der heftigen Bewegung der brennbaren Theilchen, aus welchen die Flamme bestehet, erhizt sie auch andere Körper, die sie erreichen kann, und diese entzünden sich daher ebenfalls, wenn sie brennbares Wesen locker genug in ihrer Mischung enthalten. Da nun das brennbare Wesen durch die Flamme immer fort zerstreuet wird: so muß ihr freilich stets

neues zugeführet werden, wofern sie nicht verlöschen soll, und solches geschiehet bey der Flamme einer Kerze oder Lampe dadurch, daß das Oehl oder der flüßige Talg zwischen den Fasern des Dachtes, wie in Harröhrchen, in die Höhe steigt, so, wie beim Holze die Fasern desselben, zwischen welchen Harz oder Oehl enthalten ist, diese Stelle vertreten. Daß aber die Flammen brennender Körper sich nur immer an den obern Stellen derselben befinden, das kömmt daher, weil sich die wirbelförmige Bewegung der brennbaren Theilchen meistentheils nur aufwärts ziehet, und weil diese Theilchen viel feiner als Luft sind, folglich in ihr in die Höhe steigen müssen, mithin abwärts bei weitem nicht stark genug wirken können, um das Oehl oder Wachs unter der Spitze des Dachtes in leuchtende Dämpfe zu verwandeln. Wachs, Talg, und fette Oehle gerathen ohne Tacht nicht leicht in Flammen, wenn man sie nicht heftig und anhaltend genug erhitzt: flüchtige Oehle und sogenannte brennbare Geister hingegen brennen auch ohne Dacht, wie schon der abgezogene Brantwein lehret, und alles dieses geschiehet bloß deswegen, weil in diesen das brennbare Wesen den gröbern Materien ungemein locker, in jenen hingegen ihnen sehr vest beigemischt ist.

Bekanntlich verdirbt aber auch der Dacht einer Lampe, welcher nur dient, um der Flamme die Nahrung zuzuführen, nach und nach, und zwar darum, weil sich die haarröhrähnlichen Zwischenräumchen seiner Fasern mit erdigen Theilchen verstopfen, folglich kein Oehl mehr hindurch lassen, woraus leicht abzunehmen ist, was es mit jenen Fabeln von ewigbrennenden Lampen für eine Bewandniß hat.

In kalter Luft brennt jede Flamme darum lebhafter, als in warmer, weil kalte Luft nicht nur dichter, sondern gewöhnlich auch reiner, als warme ist, und weil sie das brennbare Wesen desto leichter oder geschwinder aufzulösen vermag, je dichter und reiner sie ist. Aber die zunächst über einer Flamme befindliche Luft würde sich dennoch sehr bald mit brennbarem Wesen sättigen, und mithin weiter nichts mehr davon auflösen, sondern die Flamme verlöschen lassen, wenn diese gesättigte Luft nicht alle Augenblicke von der Hitze in die Höhe getrieben, und nicht entweder durch Anblasen, oder durch ihren eigenen Druck sogleich von den untern Seiten her immer wieder durch frische ersetzt würde; woraus zugleich erhellet, warum der Wind oder der Blasebalg große Flammen vorzüglich stark

anfa-

anfachet. Aber eine kleine Flamme verlöscht freilich, wenn man zu stark darauf bläset, und zwar darum, weil man da die glühenden Dämpfe alle auf einmal von dem Dachte hinwegbläset, so, daß nun die darunter befindlichen Oehl- oder Talg-Theilchen weiter nicht mehr hinlänglich erhitzt, folglich nicht mehr glühend, und nicht mehr in der Luft aufgelöset werden.

Diejenigen Materien und Körper, welche im Feuer nicht verbrennen, sondern nur glühend werden, oder höchstens zerschmelzen, wie zum Beispiele die Kieselsteine, glühen und leuchten zwar auch im luftleeren Raume, ja sogar in kaltem Wasser noch eine Weile, nachdem sie recht weiß glühend hinnein gelegt worden sind: aber zur Unterhaltung der Flamme und zum wirklichen Verbrennen der Körper ist allerdings der Zutritt frischer Luft unumgänglich nöthig, wie auch schon bei Betrachtung des luftleeren Raumes gezeigt worden ist. Ja, die glühenden Kohlen und brennenden Kerzen verlöschen auch sogar sehr bald, wenn man sie in Gefäße verschließt, welche mit reiner Luft angefüllet sind, welches also wahrscheinlich aus keiner andern Ursache geschiehet, als weil sich diese eingeschlossene Luft in wenigen Minuten mit brennbarem

Wesen

Wesen sättigt, und folglich sofort ihre auflösende Kraft verliehret. Man bemerkt aber auch zugleich, daß dabei derjenige reine Theil der Luft, worin solche Körper ausgebrannt sind, merklich vermindert wird, oder vielmehr, daß er sich in die Körper, soweit sie zu Asche oder Kalch verbrannt sind, hinnein ziehet, und sich darin ungemein verdichtet und veste setzt, so, daß er hernach nur durch gewisse chemische Operationen wieder daraus abgesondert werden kann.

Daher kann man Feuer nicht nur mit Wasser, sondern auch mit Oehle auslöschen, nur muß man auf einmal so viel darauf gießen, daß die Luft nicht mehr hindurch wirken kann. Auch gründet sich auf diese Bemerkung die Kunst, hölzerne Gebäude vor Feuersgefahr sicher zu stellen. Denn diese darf man nur mit einem dicken Tünch überziehen, der die Luft vollkommen abhält, selbst aber nicht Feuer fängt, folglich nicht brennt, welche Eigenschaft eine mit Alaun vermischte Thonerde vorzüglich besitzt.

Vorhin ist gezeigt worden, daß das Wasser um zu sieden und in Dämpfe sich aufzulösen, im luftleeren Raume einen weit niedrigern Grad von Wärme, als in freier Luft, erfodert, wie

auch,

auch, daß es in offenen Gefäßen nie heißer wird, als es ist, wenn es einmal siedet, man mag nun Feuer, so viel man will, darunter machen. Jetzt muß ich aber noch hinzu fügen, daß es in verschlossenen sehr starken metallenen Gefäßen, die es nicht zersprengen kann, eine Hitze anzunehmen vermag, die beinahe derjenigen gleich kömmt, bei welcher diese Gefäße zerschmelzen. Man pflegt ein solches Gefäße den Papinischen Topf zu nennen, und man kann, wenn er aus Kupfer oder Eisen bestehet, nicht nur das härteste Bein darin zu Gallerte kochen, sondern auch Blei schmelzen, welches doch sonst in siedendem Wasser nicht zerfließt. Aber dafür kann man auch Wasser in einer mit Firniß überzogenen papiernen Düte sieden, und ein zinnernes Gefäße über ein starkes Feuer setzen, ohne zu befürchten, daß es zerschmelze, so lange es mit Wasser angefüllet bleibt. Ja man kann sogar Papier eine gute Weile im Feuer unversehrt erhalten, wenn man es dicht genug um ein Stückchen glattes Metall herum windet und vest anleimt; denn es verbrennt eher nicht, als bis das Metall selbst glühend wird oder zerfließt.

Fragt man, wie dieses zugehet: so ist zu antworten, daß es darum geschiehet, weil

jeder

jeder Körper seine Wärme die er empfängt, einem andern, den er berührt, sofort mittheilet. Nämlich, wenn zwei Körper einander berühren, davon der eine wärmer, als der andere ist: so theilt jener diesem so viel von der innerlichen Bewegung seiner Theilchen, oder von seiner Wärme mit, als diesem selbst noch fehlt, um eben so warm, wie jener zu seyn. Und hieraus erhellet zugleich, warum alle Körper, die eine geraume Weile einander berühren, oder in gleich warmer Luft liegen, einerlei Wärme zeigen, wenn man sie mit einem Thermometer prüft. Unserm Gefühl scheinen zwar die dichten Materien, wenn sie warm sind, wärmer zu seyn, als die lockern, die in eben der Luft liegen, so, wie sie ihm auch, wenn sie kalt sind, kälter zu seyn scheinen, als diese: allein dieß kömmt bloß daher, weil die dichten Materien unsere Haut in weit mehr Punkten berühren, als die lockern, und weil daher sich die Wärme bei jenen in sehr vielen, bei diesen hingegen nur in wenigen Punkten aus ihnen auf unser Blut fortpflanzt, oder, wenn sie kalt sind, aus unserm Blute in sie übergehet. Mithin muß freilich ein Eiszapfen, den ich draußen in die Hand nehme, mir kälter deuchten, als die Luft, worin er sich gebildet hat;

und mein Stuhl, welcher eine Meile lang nicht weit von dem geheizten Ofen gestanden, muß meiner Hand wärmer als die Luft, welche ihn zunächst umgiebt, zu seyn deuchten. Denn im erstern Falle gehet aus meiner Hand plötzlich mehr Wärme durch die vielen Berührungspunkte in den Eiszapfen über, als aus ihr in die eiskalte lockere Luft übergehet, und eben so muß auch im leztern Falle mehr Wärme durch die vielen Berührungspunkte aus dem dichten Holze der Stuhllehne in meine Hand übergehen, als aus der gleichwarmen lockern Luft in sie übergehen kann. Daher ist auch leicht zu erachten, daß man zur richtigen Beurtheilung der Wärme oder Kälte einer Materie sich keinesweges auf das bloße Gefühl verlassen darf, sondern lieber allemal das Thermometer dabei zu Rathe ziehen muß.

Könnte man einen warmen Körper von allen andern Körpern und Materien so absondern, daß er nirgends im geringsten etwas berührte: so würde er seine Temperatur nie ändern, das heißt, er würde nie wärmer und nie kälter werden, als er einmal ist, und zwar darum, weil er dann keiner Materie etwas von der entweder stärkern oder schwächern innerlichen Bewegung

seiner

seiner Theilchen, das heißt, von seiner Wärme mittheilen könnte, folglich dieselbe selbst beständig behalten müßte. Da dieses aber nicht angehet: so müssen sie nothwendig ihre Temperatur ändern, so oft man sie entweder selbst, oder diejenigen Materien, mit welchen sie in Verbindung stehen, bald erwärmt, bald erkältet, indem sie immer diejenige annehmen, welche die Körper oder Materien haben, die sie zunächst berühren.

Da nun ein Papierstreifen, sezte Philalethes hinzu, eher nicht verbrennen kann, als bis er glühend wird, und da er die empfangene Hitze dem Metalle, das er unmittelbar berührt, immerfort mittheilet: so ist klar, daß er eher nicht glühend werden, und folglich eher nicht verbrennen kann, als bis auch das Metall glühend wird; und eben so ist auch klar, daß das Wasser in einem verschlossenen metallenen Gefäße darum so heiß, als das Gefäße, ein offenes Gefäße hingegen darum nicht mehr heiß, als das darin enthaltene Wasser werden kann, weil im leztern Falle das Wasser von der darauf liegenden Luft stets abgekühlt, folglich nur bis zum Siedpunkt erhizt wird, im erstern hingegen die Luft nicht auf das Wasser

zu wirken, folglich ihm die größere Hitze des Gevässes nicht zu entziehen vermag.

Hiemit endigte Philalethes diese Betrachtung über die Wärme und Kälte, und entließ für dießmal seine beiden jungen Freunde, indem er ihnen versprach, sie nächstens von den Eigenschaften des Lichtes zu unterhalten.

---

## Achtzehente Unterhaltung.

### Von den vornehmsten Eigenschaften des Lichtes.

Als man sich den folgenden Tag wieder versammlet hatte, ersuchte Karl seinen Freund Philalethes, ihm vor allen Dingen noch eine gewisse Bedenklichkeit über die Wärme aufzulösen. Sie haben uns einst gesagt, fuhr er fort, daß die Sonne wenigstens an ihrer Oberfläche wirklich brenne, oder nach Ihrer gestrigen Lehre, ein Phänomen sey, welches zugleich leuchtet und wärmt. Wenn nun aber die Wärme nichts weiter, als eine besondere wirbelförmige Bewegung der Materientheilchen, und nicht selbst ein besonderes materielles Wesen

sen ist, welches von einer Stelle zur andern fortgehet: wie kann denn die Wärme der Sonne bis zu uns gelangen, die wir so weit von ihr entfernt sind, und sie nicht einmal mittelbar berühren, da, wie Sie sagen, über den Grenzen unserer Atmosphäre keine Luft mehr ist?

Die Wärme der Sonne selbst, erwiderte Philalethes, empfinden wir nie, sondern wir empfinden bloß die Wärme der Gegenstände, die uns umgeben. Denn die Wärme der Sonne breitet sich keinesweges durch den luftleeren Himmelsraum aus, wie etwa ihr Licht, und man darf daher nicht wähnen, daß wir sie merklich empfinden würden, wenn wir in jenem leeren Raume frei schwebeten, weil da keine Materie vorhanden ist, deren Theilchen in Bewegung gerathen, und uns dieselbe mittheilen können. Auf hohen Bergen ist die Luft allezeit viel dünner, als in den Thälern, und aus der Erfahrung weiß man, daß es auch auf jenen allezeit merklich kälter ist, als in diesen. Denn wo es nur wenig Materientheilchen giebt, welche bewegt werden können, und wo noch dazu die bewegende Kraft nur immer nach einer und eben derselben Richtung, nicht aber von verschiedenen Gegenden auf sie zu wirken vermag,

da kann es auch nicht warm werden. Nun verliehren sich aber die Theilchen der Luft in einer Höhe von etwa sechs bis acht Meilen beinah gänzlich, und über dieser Grenze ist offenbar der Weltraum bis an die Sonne mit nichts angefüllt, wenigstens mit keinen Materien, deren Dichtigkeit noch für etwas zu achten ist, oder durch welche sich die Wärme der Sonne bis auf die Erde fortpflanzen kann, woraus man also nothwendig schließen muß, daß die Sonne allerdings keine Wärme zu uns herab sendet.

Aber die Sonne sendet ja ihre Lichtstralen zu uns, versezte Amalie, und müssen denn diese, fügte sie hinzu, nicht selbst warm seyn, da sie uns doch offenbar wärmen?

Daß die Sonnenstralen in den Materien und Körpern, die sie antreffen, Wärme hervorbringen, erwiderte Philalethes, daran kann freilich Niemand zweifeln: aber deswegen folgt noch keinesweges, daß auch sie selbst warm seyn müssen. Denn der Stoß des Feuersteins an den Stahl ist offenbar nicht warm, und gleichwohl bringt er Wärme hervor. Mithin können die Sonnenstralen wohl eben so wirken, indem sie wahrscheinlich bloß aus unbegreiflich ge-

schwinden und kurzen Stößen bestehen, welche die kleinsten Theilchen aller Körper, die sie antreffen, dergestallt erschüttern, daß diese dadurch in diejenige Bewegung, die wir Wärme nennen, gerathen müssen. Wenn man recht hart gefrornes Eis und Stahl an einander schlägt: so springen elektrische Funken heraus, welche starken Weingeist anzünden, folglich nicht nur Wärme, sondern sogar Feuer erregen. Wer wird aber darum das Zusammenschlagen des Eises und Stahls Wärme nennen?

Wenn jedoch die Sonne, versezte **Amalie**, wirklich ein feuriger Körper ist: so müssen ja ihre Stralen, dächte ich, auch feuriger Natur seyn, und folglich nicht bloß leuchten, sondern auch Wärme in sich enthalten?

Wärme in sich enthalten oder warm seyn, und Wärme hervorbringen oder Wärme machen, ist, wie gesagt, gar nicht einerlei, und man muß daher diese beiden Begriffe sorgfältig von einander unterscheiden. Wenn ich also sage, daß das Licht zwar in den Körpern, die es erleuchtet, Wärme hervorbringe, aber deswegen keinesweges nothwendig selbst warm seyn müsse: so will ich eben dadurch den Unterschied jener beiden Begriffe bemerklich machen. Von den

leuchtenden Körpern werden die nicht leuchtenden freilich desto stärker erwärmt, je stärker das Licht ist, welches diese von jenen empfangen, und je mehr Fähigkeit sie besitzen, die Wirkung desselben gleichsam zu empfinden: allein daraus folgt, wie aus dem vorhergehenden erhellet, noch keinesweges, daß das Licht an sich selbst warm sey. Denn eine brennende Fackel kann man des Nachts auf eine Meile weit noch sehr gut sehen, ja man würde sie durch ein gutes Fernrohr sehr viele Meilen weit erkennen, wenn es die Rundung der Erde, oder die Berge und andere dazwischen befindliche Gegenstände verstatteten: ihre Wärme hingegen empfindet man kaum auf etliche Schritte weit, indem die Flamme derselben nur die zunächst anliegende Luft merklich erwärmt. Hieraus gehet aber schon hervor, daß Licht und Wärme zwei ganz verschiedene Sachen sind, oder daß das Licht eines feurigen Körpers an sich keinesweges nothwendig warm seyn muß, weil außerdem ein brennender Scheiterhaufen uns wenigstens auf ein Meile weit eben so stark erwärmen müßte, als eine große Fackel solches etwa auf einen Schritt weit zu thun vermag, welches doch bekanntlich niemals geschiehet.

Aber, fragte Karl, was ist denn das Licht, und worin ist es denn von der Wärme unterschieden? Können Sie uns die Natur desselben nicht deutlicher erklären?

Nein, erwiderte Philalethes, denn ich kann mir selbst noch keinen deutlichen Begriff davon machen, und weiß weiter nichts davon, als daß es dasjenige Wesen ist, wodurch die körperlichen Gegenstände in der Welt um uns herum sichtbar werden. Aber die Natur dieses Wesens ist noch ein Geheimniß, wovon wir Menschen wenig oder nichts mit Zuverläßigkeit behaupten können, und wird es vielleicht auch bleiben, so lange die Welt stehet. Sogar die berühmtesten Gelehrten haben das Wesen desselben noch nicht erforschet, und alle Muthmaßungen, die das tiefe Nachdenken der scharfsinnigsten Philosophen darüber geäußert hat, sind immer noch äußerst unsicher, indem sie sich größtentheils durch unumstößliche Gründe gänzlich widerlegen lassen. Indessen will ich Euch doch die vornehmsten Hypothesen, durch welche man die Natur dieses Phänomens hat erklären wollen, kürzlich bekannt machen.

Griechenlands ehemalige Philosophen haben zum Theil gar sonderbare Meinungen dar-

über gehegt. Einige sagten: Sonne, Mond und Sterne und überhaupt alle sichtbare Sachen wären mit sehr vielen feinen Häutchen überzogen, wovon sie alle Augenblicke eins ablegten; indem ihnen allemal dafür ein neues wüchse, so, wie den Schlangen und Seidenraupen oder andern dergleichen Thieren, öfters ein neues Kleid wächset. Nun würden diese Häutchen, wähnten sie, sofort nach allen Gegenden ausgestreuet, und gelangten also zum Theil auch an unsere Augen, wo sie endlich von uns gesehen würden. Also meinten diese Gelehrten, daß wir niemals die Körper selbst, sondern bloß ihre feinen Hüllen oder ihre abgestreiften Häutchen sähen. Andere verwarfen diese Meinung, und glaubten, das Licht wäre einzig und allein in den Augen der Menschen und anderer Thiere selbst zu suchen, indem sie vorgaben, daß es beständig in Gestallt sehr vieler feiner Ruthen aus ihnen strömte und an die vorliegenden körperlichen Gegenstände anstieße, daher man denn diese Stöße in den Augen nothwendig fühle und sie Licht nenne.

Es ist nicht nöthig, diese seltsamen Einfälle erst zu widerlegen. Auch muß man nicht erst fragen, wie die Körper unaufhörlich ihre

Hül-

Hüllen von sich abstreifen und von sich stoßen konnten, oder, woraus die feinen Lichtruthen bestanden, die das Auge gegen umliegende Körper schoß: denn darnach fragten die Urheber solcher Meinungen selbst nicht.

Ueberdieses wurden auch dergleichen Muthmaßungen nur von einigen Liebhabern sonderbarer Säze angenommen, da im Gegentheile die meisten andern Gelehrten schon damals einen etwas wahrscheinlichern Begriff von dem Lichte hatten, indem sie sagten, es wäre eine ganz erstaunlich feine flüßige Materie, welche von den leuchtenden und brennenden Körpern nach allen Gegenden ausgegossen würde. Diese gelehrten Griechen hielten daher die Sonne für die Quelle des Lichtes, und meinten, sie ströme dasselbe in Gestallt einer sehr feinen Materie unaufhörlich durch den Weltraum aus, um alle andere nicht leuchtende Körper damit zu erleuchten und sichtbar zu machen.

Allein Descartes, ein französischer Philosoph des vorigen Jahrhunderts, dem seine Nation ihre Aufklärung noch jezt mit großer Lobeserhebung verdankt, sagte: nein, das Licht kann keinesweges eine Materie seyn, die aus der Sonne oder andern leuchtenden Körpern

 strömt,

strömt. Denn er behauptete im Gegentheil, daß der ganze Weltraum schon allenthalben mit einer höchst feinen Luft allerwärts angefüllet wäre, welcher er den Namen des ersten Elementes gab. Die kleinsten Theilchen dieser Himmelsluft, sagte er ferner, sind zwar ganz undenklich klein, aber doch alle rund und äußerst elastisch, auch liegen sie alle in geraden Reihen an einander, indem immer eins das andere berührt, und jede Reihe reicht mit ihrem einem Ende bis an die Oberfläche der Sonne, mit ihrem andern hingegen in den unendlichen Weltraum hinnab, woraus also folgen muß, daß gedachte Reihen dieser feinen Kügelchen sich von allen Punkten der Sonne nach allen Himmelsgegenden, wie die Speichen eines Rades, oder vielmehr wie die Radii einer Kugel verbreiten, und mithin zum Theil auch an unsere Augen stoßen. Wenn also die Oberfläche der Sonne, sezte er hinzu, durch irgend eine innerliche Kraft erschüttert wird: so muß mein Auge diese Erschütterung vermittelst gedachter Himmelsluft augenblicklich empfinden, das heißt, ich muß die Sonne sehen; denn ihre zitternde Oberfläche erschüttert die zunächst an ihr liegenden feinen Kügelchen, diese erschüttern wieder diejenigen, die sie zunächst berühren, diese wieder

die folgenden, und so weiter, kurz die Erschütterung der Sonnenfläche wird gerade so, wie der Stoß durch eine lange Reihe an einander liegender elfenbeinerner Kugeln, durch den ganzen Weltraum fortgepflanzt, und man muß diese Erschütterung, die wir Licht nennen, allenthalben empfinden, obgleich niemals materielle Theilchen von der Sonne wirklich ausströmen.

Allein auch gegen diese Cartesische Hypothese lassen sich Einwendungen machen, wodurch sie völlig widerlegt wird. Fürs erste ist nämlich zu wissen, daß die Existenz der gedachten feinen Himmelsluft, in so fern sie durch den ganzen Weltraum vertheilt seyn soll, an und für sich schon auf gar keinen Gründen beruhet, folglich gar keinen Schein der Wahrheit zeigt, sondern gänzlich aus Willkühr ersonnen ist, um bloß die Phänomene des Lichts daraus zu erklären; daher man auch leicht begreiffen kann, daß dergleichen Erklärungen wenigstens eben so unsicher seyn müssen, als der Grund selbst, worauf man sie gebauet hat. Fürs zweite müßte aber auch nach obiger Meinung folgen, daß die Lichterschütterungen der Sonnenfläche gar keine Zeit erfoderten, um von ihr bis zu den entferntesten Grenzen unsers Planetensystems

zu gelangen; denn bei einer langen Reihe elastischer Kugeln empfindet man jeden Stoß am hintersten Ende derselben in eben dem Augenblicke, in welchem das vorderste gestoßen wird, so lang auch im übrigen die Reihe immer seyn mag. Nun ist zwar die Geschwindigkeit, womit sich das Licht bewegt, freilich ganz erstaunlich groß, aber deswegen doch lange noch nicht unendlich; denn es legt in einer Minute mehr nicht, als drittehalbe Million geographische Meilen zurück, und braucht mithin beinah acht Minuten, um von der Sonne bis zu uns zu gelangen.

Dieses ist keine bloße Muthmaaßung, sondern eine Wahrheit, welche aus zuverläßigen Beobachtungen der Jupiterstrabanten und ihrer Finsternisse nothwendig folgt, und von den berühmtesten Astromen, Römer und Cassini, gegen das Ende des verwichenen Jahrhunderts entdeckt worden ist. Wäre also diese allmählige Fortpflanzung des Lichtes dem Descartes bereits bekannt gewesen: so würde er seine Hypothese ohnfehlbar selbst sogleich verworfen haben, weil sie diesen Beobachtungen geradehin widerspricht, und weil sich das Licht nicht unendlich geschwind bewegt. Aber er wußte noch nichts davon.

New-

Newton verließ daher die Meinung des Descartes wieder, und blieb der Lehre derjenigen altern Philosophen getreu, welche das Licht für einen feinen materiellen Ausfluß der leuchtenden Körper, und die Sonne für ein wirkliches Feuer hielten. Dieser tiefdenkende Naturforscher war überhaupt eben kein Freund von Hypothesen, sondern bemühete sich vielmehr, die Natur durch aufmerksame Beobachtungen zu erforschen, und die dunkeln Wege, auf welchem sie uns in ihren Werken erscheint, vermittelst gründlicher Untersuchungen aufzuhellen. Mithin bekümmerte er sich auch wenig darum, was das Licht eigentlich sey, sondern stellte nur hauptsächlich sehr viele vortreffliche Versuche damit an, um die Eigenschaften und Wirkungen desselben genauer kennen zu lernen; und eben daher kömmt es auch, daß wir ihm fast alle unsere Kenntniß, die wir gegenwärtig von den bewundernswürdigen Eigenschaften dieses Phänomes besitzen, zu verdanken haben.

Aber nun erhoben die Gelehrten neue Zweifel gegen diesen materiellen Lichtausfluß, indem sie folgendermaaßen darüber philosophirten. Wenn die Sonne, sagten sie, ein wirkliches Feuer, und ihr Licht eine feine Materie

wäre,

wäre, welche von ihr durch den Himmelsraum ausgegossen würde: so müßte sie seit ihrer Entstehung schon einen beträchtlichen Theil ihrer Größe verlohren haben, und noch täglich kleiner werden, ja sie müßte wohl gar schon gänzlich verbrannt oder verflogen seyn. Gleichwohl, sezten sie hinzu, erhellet aus den Vergleichungen der ältesten und neuesten astronomischen Beobachtungen ganz deutlich und klar, daß die Sonne von ihrer Größe nichts verlohren hat, sondern heute noch eben so groß ist, wie sie vor mehrern Jahrtausenden gewesen.

Dieser, dem ersten Anscheine nach, sehr gegründete Widerspruch, wurde nicht etwa von wenig bedeutenden Naturforschern, sondern von den erhabensten Genies und größten Männern aufgeworfen, und wird auch noch gegenwärtig von vielen Gelehrten für gegründet gehalten. Vor allen andern aber hat Herr Euler, einer der berühmtesten Gelehrten der Welt, welcher schon vor mehrern Jahren zu Petersburg starb, diesen Satz auf die Bahn gebracht, und mithin jene ältere Hypothese von dem wirklichen materiellen Ausflusse gänzlich verworfen, indem er dagegen eine ganz neue Lehre von der Natur des Lichtes vortrug. Er suchte nämlich eine

eine andere feine Himmelsluft, welcher schon die alten Griechen den Namen des Aethers gegeben hatten, wieder hervor, und nahm an, daß derselbe nicht nur den ganzen hohlen Weltraum überall gleichförmig erfülle, sondern auch wegen seiner undenklichen Feinheit, alle Körper, wie Wasser ein Sieb, durchströme. Also war seine Hypothese auch von der Cartesischen gar sehr verschieden. Denn zu folge der Meinung des Descartes bildeten die feinen Aetherkügelchen, vermöge ihrer Lage, lauter gerade Reihen oder Stralen, welche mit ihren untersten Enden alle gegen die Sonne, wie die Speichen eines Rades gegen seine Axe, zusammen liefen, woraus denn folgte, daß nach der Cartesischen Hypothese im Himmelsraum weit von der Sonne allenthalben große Lücken seyn mußten, die mit keinem Aether angefüllet waren, und wo also auch von rechtswegen kein Licht hätte seyn können. Aber nach der Lehre des berühmten Eulers fiel diese Unbequemlichkeit völlig hinweg, weil er den Himmelsraum von gedachtem Aether, der allenthalben einerlei Dichtigkeit haben sollte, gleichförmig erfüllen und keine Lücken leer ließ. Von der Sonne hingegen lehrte er ebenfalls, wie Descartes, daß bloß ihre Oberfläche auf eine ganz besondere Art ganz außer-

außerordentlich geschwind erschüttert werde, und daß diese Erschütterung sich durch den Aether nach allen Gegenden über die ganze Welt ausbreite, nur daß die Ausbreitung sich nicht, wie nach der Lehre des Descartes unendlich geschwind, sondern allmählig bis zu den entferntesten Regionen fortpflanzen könne, indem sich gedachte Erschütterung nur ohngefähr so verbreite, wie sich die Kreise in stehendem Wasser, die von einem hinnein geworfenen Steine entstehen, nach und nach erweitern. Im übrigen zittern die Oberflächen leuchtender Körper, nach dieser Lehre viel zu geschwind, als daß man die einzelnen Stöße derselben, die durch den Aether, wie die Töne durch die Luft, zu uns gelangen, von einander unterscheiden kann; denn unsere Augen empfinden vielmehr nur einen steten Druck davon, welcher dann durch die Sehenerven sofort zu dem Gehirn geleitet, und von uns mit dem Namen des Lichtes belegt wird.

Es werden viele mathematische Kenntnisse erfodert, um den ganzen Umfang dieser neuern Lehre von der Natur des Lichtes zu fassen. Was ich also hier davon gesagt habe, ist bloß ein magerer Grundriß derselben, wodurch Ihr sie jedoch nicht nur von der Cartesischen Hypothese,

son-

sondern auch von der Newtonischen Muthmaaßung hinlänglich unterscheiden könnet.

Auf diese Art ward man der Sorge, daß die Sonne nicht etwa nach und nach durch den Himmelsraum zerstreuet und verzehret werden möchte, gänzlich überhoben. Denn jezt glaubte man einzusehen, daß der Aether nichts von der Sonne loßriß, weil er bloß von ihr erschüttert würde, und seine Erschütterungen durch sich selbst weiter fortleitete. Hierin lag aber auch der vornehmste Bewegungsgrund, wodurch einige Naturforscher, die feurige Natur der Sonne zu bestreiten, veranlasset wurden. Wenn nämlich, sagten Sie, Newtons Vermuthung gegründet, und die Sonne wirklich ein brennender Körper wäre: so müßte sie in der That nun bald gänzlich verbrennen und verschwinden, welches doch der göttlichen Weisheit geradehin zuwider laufen würde. Mithin ist, sagte man, die Eulerische Hypothese allerdings gegründet: die Sonne ist kein Feuer, und ihre Flecken sind kein Rauch, keine Schlacken, die ihr Feuer zurücke läßt.

Also scheint freilich die Eulerische Theorie die Wahrheit ganz auf ihrer Seite zu haben, und eben daher hat sie auch in der gelehrten

Welt einige Jahre lang fast allgemeinen Beifall gefunden.

Allein sie scheint bloß der Wahrheit gemäß zu seyn, ist es aber in der That nicht, weil die vermeinte Verminderung der Sonne gar nicht Statt finden kann, wenn diese auch gleich ein wirkliches Feuer ist, und ihr Licht als eine feine Materie stets von sich strömt. Richtet Eure Augen an einem heitern Herbstabende, den der Mond nicht erhellet, gen Himmel, und fragt Euch selbst, ob Ihr die Sterne zählen könnet? Gleichwohl unterscheidet man mit bloßen Augen nur einen sehr geringen Theil derselben. Durch ein gutes Fernrohr erblickt man deren ungleich mehr, indem da der Himmel fast allenthalben gleichsam damit gepudert zu seyn scheint. Aber auch dadurch sehen wir sie bei weitem noch nicht alle, und wir würden deren noch unendlich mehr wahrnehmen, wenn die Künstler noch unendlich bessere Sehröhre verfertigen könnten. Nun sind aber alle Sterne, bloß die Planeten und Kometen ausgenommen, eben solche Sonnen, wie diese, die unser Planetensystem regiert, ja einige von ihnen sind wohl noch viele Millionen mal größer, und sehen nur wegen ihrer unermeßlichen

Entfernung so klein aus. Wenn also auch Newtons Vermuthung von dem materiellen Ausflusse ihres Lichtes gegründet wäre: so müßten ja doch alle diese weit entfernten Sonnen ihre Lichtmeere, eben so wie die unsrige, durch den ganzen Weltraum ausgießen, und mithin einen Theil davon auch unserer Sonne selbst zusenden, welcher daher jeden Augenblick denjenigen Theil des Lichtes ihr wieder ersetzen würde, welchen sie in eben dem Augenblicke verlöhre; denn so viele Millionen Sterne, die wir aber freilich nicht alle sehen, werden doch wohl einem einzigen beständig eben so viel Licht zusenden, als er selbst von sich streuet, ohngeachtet es viele Jahre braucht, um von einem zum andern zu gelangen?

Mithin ist Newtons Lehre durch angeführte Einwendung noch lange nicht widerlegt. Alle Sonnen können vielmehr auf gedachte Weise, nachdem sie einmal einander mit ihrem Lichte erreicht haben, sich wechselseitig selbst ernähren, und es kann fernerhin keine einzige durch einen solchen Lichtausfluß kleiner werden, oder verschwinden, indem die allezeit wirkende Natur die Ruinen des einen Wesens zum Leben und zu der Nahrung des andern ver-

 wendet,

wendet, wie Lessing in seiner Fabel von den Wespen sagt.

Indessen dürft Ihr doch nicht glauben, daß dadurch Newtons Meinung von der Natur des Lichtes außer Zweifel gesezt wäre. Nein, denn es lassen sich noch andere, sehr wichtige Einwendungen gegen sie machen, welche in der That nicht wohl beantwortet werden können.

Fürs erste müßten die durchsichtigen Körper, zum Beispiel gläserne Kugeln, entweder in einigen Stellen mehr, in andern minder durchsichtig seyn, oder sie müßten, welches doch den allgemeinen Begriffen von der Materie gänzlich widerspräche, aus lauter Poris bestehen, wenn das Licht eine feine Materie wäre, welche die Fähigkeit besäße, durch die Poros der durchsichtigen Materien hindurch zu strömen. Und fürs zweite müßten auch die Lichtstralen, die sich durchkreuzen, selbst einander zerstreuen, wenn sie in der That aus einer feinen Materie beständen.

Hier nahm Philalethes eine schön geschliffene gläserne Kugel, und hielt sie gegen die Sonne, so, daß die hindurchfahrenden Stra-

len auf ein dahinter gehaltenes weißes Papierblatt fielen, und, wie bekannt, ein Sonnenbild auf diesem Blatte darstelleten, welches eine große Helligkeit besaß. Nun drehete er die Kugel ganz langsam nach allen Richtungen herum, wobei er das Papierblatt immer in einerlei Entfernung hinter ihr erhielt. Aber das gedachte Sonnenbild blieb immer gleich rein und helle, ohne sich im geringsten zu verändern. Dann sezte er Läden vor die Fenster, und ließ nur durch zwei Löcher, die sich in dem einen Laden befanden und ohngefähr die Größe eines großen Thalers hatten, die Sonnenstralen in die Stube fallen, indem er jeden dieser beiden Lichtströme mit einem Brennglase auffieng, doch so, daß der eine erst von einem entgegen gehaltenen Spiegel zurücke geworfen wurde, ehe er durch das Brennglas fuhr. Auf solche Weise konnte nämlich Philalethes den Fokus des einen Brennglases nach Willkühr durch den Fokus des andern, bald geschwind bald langsam, auf und nieder leiten. Und als dieses geschah, da war es eben so viel, als ob die beiden Lichtströme gar nicht durch einander hindurch strömten, indem jeder vor wie nach seinen geraden Weg verfolgte, und keiner den andern im geringsten zerstörte, welches man alles ganz gut

 sehen

sehen konnte, weil Philalethes gleich zuvor stark hatte räuchern lassen.

Wäre nun, sagte er, das Licht wirklich eine Materie, welche durch die Poros der durchsichtigen Körper ungehindert hindurch führe: so müßte sie doch, so fein sie auch immer seyn möchte, in gewissen Lagen des Glases mehr als in andern Lagen aufgehalten werden, da dasselbe zweifelsohne nicht in allen möglichen Richtungen mit so vielen geraden Löchern versehen seyn kann, als das Licht braucht, welches hindurch fähret, und sich darinne nicht hin und her krümmet, sondern immer gerade fort gehet. Auch könnten unter einer solchen Bedingung die Theilchen des Lichtes im Fokus des einen Brennglases nicht immer in die Poros des Lichtes im Fokus des andern Brennglases treffen, so lange man den einen Fokus durch den andern auf und nieder bewegt, sondern die Theilchen des Lichtes beider Ströme müßten da wohl nothwendig sehr oft selbst auf einander treffen, und folglich einander zerstreuen, ohngefähr so, wie zwei Wasserstralen, die in der Luft zusammen fahren, einander zerstören.

Also ist es nicht nur aus diesen, sondern auch aus andern Gründen wohl erlaubt, zu zweifeln, daß die Sonne eine besondere Lichtmaterie durch den Weltraum von sich ströme. Alles, was ihr Feuer von sich stößt, bleibt vielmehr, wie mich deuchtet, bloß in ihrer Atmosphäre hangen, und fällt nach und nach auf sie selbst wieder zurück.

Aber die Eulerische Hypothese ist gleichwohl noch weit größern Schwierigkeiten und Zweifeln unterworfen. Denn fürs erste lassen sich, wie gesagt, allerlei wichtige Einwendungen gegen die Existenz jener feinen Himmelsluft selbst machen, welche man ohne allen Beweis angenommen, und ihr bald diese bald jene Eigenschaften, je nachdem es die Erklärung eines Naturphänomens zu erheischen schien, angedichtet hat. Fürs zweite war es auch ein Irrthum, daß man die Natur des Lichtes aus der Natur des Luftschalles herleiten wollte, da doch die Natur des leztern selbst noch nicht hinlänglich bekannt war. Jezt weiß man aber, daß Licht und Schall fast gar keine Aehnlichkeit haben, vielweniger auf einerlei Weise entstehen und fortgepflanzt werden. Unsere atmosphärische Luft ist gegen die Erde schwer, und

 muß,

muß, um den Schall anzunehmen oder zu verbreiten, nothwendig schwer seyn, welches aber beim Aether der Fall nicht ist, indem dieser, zufolge der von ihm gehegten Meinungen selbst, gar nicht schwer seyn soll: folglich kann er auch das Licht nicht so, wie die Luft ihre Schallschwingungen, durch sich fortleiten. Aus diesen sowohl, als aus andern Gründen hat also auch gegenwärtig die Eulerische Meinung von der Natur des Lichtes fast allen Beifall gänzlich verlohren.

Das Resultat aller dieser Einwendungen und Zweifel ist also dieses, daß wir von dem Wesen des Lichtes eigentlich nichts wissen, und daß wir nach einer genauen Prüfung keiner der angeführten Hypothesen unsern Beifall geben können. Wir wissen weiter nichts davon, als daß das Licht eine Wirkung leuchtender oder feuriger Körper ist, vermöge welcher andere Körper, auf welche es wirkt, erleuchtet und, nach Beschaffenheit ihrer eigenen Natur, bald mehr bald minder erwärmt werden. Worin aber die Ursache dieser Wirkungen eigentlich bestehe, das können wir vielleicht eben so wenig ergründen, als wir ergründen können, was die Ursache der Schwere ist. Ja vielleicht ist sogar das

Licht

Licht gar kein materielles Wesen, sondern eine bloße Kraft, oder eine ganz unkörperliche Substanz, welche aber doch in die Körper zu wirken vermag. Dieser besondern Meinung ist freilich fast kein Mensch in der Welt zugethan. Denn wir sind alle von Kindheit auf nur zu sehr gewohnt, alle Wirkungen und Veränderungen, die wir an Körpern wahrnehmen, sogleich von andern Körpern oder Materien abzuleiten, und so geschiehet es auch, daß wir uns, nachdem wir erwachsen sind, allemal sogleich eine besondere feine unsichtbare Materie fingiren, so oft wir ein Phänomen wahrnehmen, dessen Grundursache wir weiter nirgends, als in einer solchen feinen Materie finden zu können glauben. So hat man sich ehemals eine besondere feine Materie erdichtet, um die Schwere oder anziehende Kraft aus ihr zu erklären, und so erdichtet man jezt noch eine besondere feine Materie, um uns daraus begreiflich zu machen, warum der Magnet beständig Eisen an sich ziehet, und fast stets nach einer und eben derselben Weltgegend zeigt. Aber nicht zu gedenken, daß man bei dergleichen Aeußerungen fast allemal mit zu erklären vergißt, woher denn dergleichen feine Materien die Kraft haben, gröbere Körper zu bewegen, und Veränderungen

in ihnen hervorzubringen, die diese gröbern Materien nicht selbst in sich bewirken können, so läßt sich auch schon aus vielen andern Naturbegebenheiten schließen, daß die Welt nicht aus lauter Körpern bestehe, sondern daß auch andere für sich bestehende Wesen existiren mögen, deren Bestimmung bloß ist, auf die Körper und Materien, die an und für sich gleichsam gänzlich tod sind, zu wirken, oder sie gleichsam zu beleben. Dieß gilt, wie ich ohnlängst gezeigt habe, wenigstens von der Schwere ganz offenbar. Warum sollte dasselbe also nicht auch von dem Lichte gelten können, und warum sollten die Himmelskörper nicht eben so mit ihrem immateriellen Lichte, wie mit ihrer immateriellen Schwere einander erreichen können, ohngeachtet sie sehr weit von einander entfernt sind?

Freilich bringt öfters das Licht der Sonne in den irdischen Körpern sehr auffallende Veränderungen hervor, so, daß man dadurch leicht verleitet werden kann, dasselbe für einen wirklichen materiellen Ausfluß dieses Himmelskörpers zu halten. Allein die Schwere bringt ebenfalls oft ungemein auffallende Veränderungen in verschiedenen Körpern hervor, welche wir ebenfalls von einer besondern Materie ab-

leiten

seiten würden, wenn wir nicht vom Gegentheile überzeugt wären.

Da sich aber angeführte Vermuthung von der unkörperlichen Natur des Lichtes ziemlich weit über die Grenzen des Reichs unserer Sinnlichkeit hinnaus erstreckt, und wir keine Worte in unsern Sprachen haben, wodurch man seine Gedanken von dergleichen gleichsam überirdischen Gegenständen verständlich ausdrücken kann: so werde ich in den beiden folgenden Stunden, dem Sprachgebrauche gemäß, von dem Lichte immer wie von einer aus der Sonne oder andern leuchtenden Körpern ausfließenden feinen Materie reden, wobei man sich jedoch immer erinnern muß, daß ich von dem Wesen desselben eigentlich nichts weiß.

Das ist aber sonderbar, versezte Amalie, daß man nicht einmal weiß, was Licht und Schwere ist, zwei Sachen, die allen Menschen so bekannt zu seyn scheinen! Auf solche Art weiß man wohl auch nicht, worin eigentlich die Natur des Feuers bestehet, weil dieses, wie Sie ohnlängst sagten, aus Wärme und Licht zusammen gesezt seyn soll?

Eigentlich habe ich nur gesagt, erwiderte Philalethes, daß man diejenigen Körper, welche

welche zugleich leuchten und wärmen, feurige Körper nenne, oder, daß Licht und Wärme zusammen genommen dasjenige Phänomen darstellen, welches man im gemeinen Leben mit dem Namen des Feuers belegt. Worinne aber die Natur dieses Phänomens bestehe, das ist es eigentlich, was man nicht wissen kann. Doch glaube ich, daß Wärme und Licht keine Bestandtheile, sondern bloße Wirkungen der brennenden oder feurigen Körper sind, wie auch, daß man sehr falsch urtheilen würde, wenn man wähnen wollte, daß die feurigen Körper aus Wärme und Licht zusammen gesezt wären. Denn wenn eine Maschine auf zweierlei Wirkungen, auf das Oehlschlagen und Bretschneiden eingerichtet wäre, und Jemand wollte behaupten, daß das Oehlschlagen und Bretschneiden die Bestandtheile dieser Maschine ausmachten: so würde man gewiß darüber lachen, weil dieß bekanntlich nur Wirkungen der Maschine sind. Also sind auch wohl Wärme und Licht keine besondern körperlichen Sachen, sondern bloße Kräfte der brennenden Körper, eben so, wie die Verwüstungen, die zuweilen große Wasserfluthen und Hagelwetter anrichten, bloß Wirkungen der Schwere sind.

Man kann also annehmen, sezte Philalethes hinzu, daß nur die Theilchen des reinen brennbaren Wesens außer der Wärme auch diejenige Kraft äußern, welche wir Licht nennen, wenn sie nämlich in eine starke Bewegung gerathen, oder aufgelöset werden, da im Gegentheile die gröbern Materien durch ihre innerlichen gleichsam gährenden und zerstörenden Bewegungen wahrscheinlich nur die Wirkung der Wärme hervorbringen, woraus denn leicht abzunehmen, warum die Johanniswürmchen, die Phosphoren, und viele faulende Körper, aus welchen sich nur ganz reines brennbares Wesen entwickelt, im Finstern bloß leuchten, ohne dabei merkliche Wärme zu erregen, oder auch, warum ein Stein, der wenig Phlogiston sehr vest enthält, nur erst in dem heftigsten Feuer zu leuchten anfängt: und hiemit wurde diese Betrachtung über die Natur des Lichtes geendigt.

---

## Neunzehente Unterhaltung.

### Von den Gesetzen, welchen das Licht bei seinem Fortgange von einem Orte zum andern unterworfen ist.

Diejenigen, fuhr Philalethes in der folgenden Vorlesung wieder fort, welche das Licht entweder für einen materiellen Ausfluß der leuchtenden Körper, oder für Schwingungen einer angenommenen feinen Himmelsluft halten, pflegen fast alle seine bewundernswürdige und unbegreifliche Feinheit zu bewundern. Wenn man, sagen sie, ein dünnes Bleiplättchen mit einer Nadelspitze durchsticht, und diese kleine Oeffnung ganz nahe vor das Auge hält: so kann man dadurch den ganzen sichtbaren Himmel übersehen, und an einem heitern Abende, den der Mond nicht erleuchtet, alle sichtbare Sterne auf einmal wahrnehmen. Mithin muß durch dieses Löchelchen von jedem Sterne etwas Licht gehen, und es ist klar, daß es ganz undenklich fein seyn muß, da es von so vielen Sternen auf einmal ungehindert hindurch fähret, ohne zu stocken, oder in Verwirrung zu gerathen. Ja, wenn es möglich wäre, ein

Men-

Menschenhaar in so viele Fasern zu zerspalten, als Wassertropfen im Ozean sind, und wenn man durch dünnes Blei eine Oeffnung bohren könnte, deren Durchmesser der Dicke einer solchen Faser des gespaltenen Haares gleich käme: so würden doch alle Sterne zugleich ihr Licht hindurch werfen, ohne es zu verwirren.

Wenn aber das Licht gar keine Materie, sondern etwa ein Wesen, wie die Schwere ist: so kann freilich der relative Begriff von Feinheit und Grobheit gar nicht auf dasselbe passen, und man darf sich daher über seine sogenannte unendliche Feinheit gar nicht wundern.

Desto mehr muß man sich über die außerordentliche Geschwindigkeit desselben verwundern, da es, wie ich schon lezthin gesagt habe, in einer einzigen Minute einen Weg von beinah drei Millionen geographischen Meilen zurücke legt.

Es nimt aber dasselbe, sich selbst überlassen, niemals einen krummen Weg, wie etwa der Schall, sondern gehet allezeit gerade fort. Wenn man zum Beispiel in das eine Ende einer langen krummen Röhre hinnein spricht: so kann man dieses am andern Ende sehr gut hören,

weil

weil der Schall seinen Weg nicht bloß durch gerade, sondern auch durch krumme Gänge nimt. Hält man aber ein Licht vor die eine Oeffnung einer solchen krummen Röhre: so siehet man es an der andern Oeffnung keinesweges. Da nun diese Bemerkung unter ähnlichen Umständen allemal zutrifft: so muß der Satz, daß das Licht, sich selbst überlassen, nie nach krummen Linien bewegt wird, sondern allezeit gerade fortgehet, als ein allgemeiner Satz anerkannt werden.

Und hieraus erhellet fürs erste sogleich, warum alle sichtbare Gegenstände desto kleiner erscheinen, je weiter sie von uns entfernet sind. Man siehet nämlich jede Stelle eines Gegenstandes nur dann, wenn Licht von ihr in unser Auge gelangt. Da nun dieses immer nach geraden Linien fortgehet: so sehen wir jeden Körper seiner Höhe nach allemal zwischen zwei geraden Linien, wovon die eine von seiner obersten, die andere von seiner untersten Stelle bis an unser Auge reicht, und eben auf die Weise sehen wir ihn seiner Breite nach zwischen zwei geraden Linien, wovon die eine von einer seiner äußersten Stellen rechter Hand, die andere von einem seiner äußersten Punkte linker

Hand

Hand bis an unser Auge sich gerade fort erstreckt. Also bilden zwei solche Linien am Auge selbst allemal einen Winkel, welchen man den Sehewinkel, oder auch die scheinbare Größe des Körpers, den man siehet, zu nennen pflegt: und eben dieser Winkel ist es, unter welchem man die Höhe oder Breite einer sichtbaren Sache wahrnimt, indem uns dieselbe groß erscheint, wenn er groß, und klein, wenn er klein ist.

Betrachtet einmal dieses Bild, Tab. XIII, Fig. 1, und nehmet an, bei A stehe ein Mensch, der auf die vor ihm stehenden Bäume hinblickt. Stellt man sich nun vor, daß von den Gipfeln und Wurzeln dieser Bäume gerade Linien in die Augen dieses Menschen gezogen wären: so stellt man sich die Sehewinkel dieses Menschen für diese beiden Gegenstände sinnlich vor. Man pflegt nämlich die Neigung zwei solcher Linien gegen einander einen Winkel zu nennen: und hier giebt es deren etliche, indem der Winkel MAN die scheinbare Höhe des Baumes MN, der Winkel PAR hingegen nicht nur die scheinbare Höhe des Baumes PR, sondern auch des vordern Stammes SN ausdrükt. Nun ist aber der Winkel MAN größer, als der Winkel SAN: und eben darum scheint uns auch der ganze Baum

MN höher, als dessen Stamm SN zu seyn. Der Winkel PAR hingegen ist weder größer noch kleiner, als SAN: und aus diesem Grunde erscheint gedachtem Menschen der Baum PR, wegen seiner weitern Entfernung, nicht höher, als der Stamm des nähern Baumes, ohngeachtet beide Bäume gleiche Höhe haben.

Also erscheinen uns ganz kleine Gegenstände sehr groß, wenn man sie ganz nahe vor das Auge hält, so, wie im Gegentheile die größten Gegenstände ungemein klein erscheinen, ja zulezt gar unsichtbar werden, wenn man sich weit genug von ihnen entfernt. Hieraus ist aber klar, daß uns ein Gegenstand nicht bloß darum groß oder klein vorkömmt, weil er wirklich sehr groß oder sehr klein ist, sondern auch, weil er entweder nahe oder weit von uns abstehet. Wer die Meßkunst gelernet hat, der kann jedoch die wahre Größe eines jeden sichtbaren Gegenstandes leicht berechnen, wenn er nur seine scheinbare Größe und Entfernung weiß, das heißt, er kann gar leicht bestimmen, wie viele Fuß ein weit entfernter Gegenstand hoch und breit ist, wenn er nur weiß, wie viele Grade und Minuten der Sehewinkel hält, und wie viele Fuß weit er selbst von diesem Gegenstande abstehet.

Wie weit aber ein Gegenstand von uns entfernt sey, das lehrt uns unser Auge gleichfalls nicht unmittelbar, sondern man muß eine solche Entfernung entweder mit einer Meßkette, oder mit Hilfe der Geometrie ausmessen, doch kann sie der Meßkünstler auch durch die Rechenkunst sehr leicht bestimmen, wenn er nur vorher weiß, wie viele Ruthen oder Fuß der Gegenstand, welchen er in dieser Entfernung erblikt, im Durchmesser hält.

Wir glauben freilich einen bekannten Menschen, den wir von weitem erblicken, in seiner gewöhnlichen Größe zu sehen, und eine uns bekannte Kirche, die wir in der Ferne wahrnehmen, stellen wir uns fast immer so weit von uns vor, als dieselbe wirklich von uns entfernt ist, ohngeachtet wir den Menschen in solchen Fällen nur unter einem sehr kleinen Sehewinkel, die Entfernung der Kirche hingegen gar nicht sehen. Das kömmt aber daher, weil wir von Jugend auf uns gewöhnen, die uns bekannt gewordene wahre Größe der Menschen, und anderer Gegenstände stets in unserer Vorstellung zu behalten, folglich sie auch nach dieser ihrer bekannten Größe zu schätzen, wenn sie weit von uns entfernet sind, und in einem

bald mehr bald minder starkem Lichte erscheinen, so, wie wir im Gegentheile die verschiedene Entfernung eines Baumes oder Thurmes theils aus der vorher bekannten Größe dieser Gegenstände, theils aus dem stärkern oder schwachern Lichte, womit sie uns erscheinen, theils aus der Menge anderer zwischen uns und ihnen befindlichen Gegenstände unwissenderweise beurtheilen und schätzen lernen. Oft schätzen wir jedoch nach dieser Gewohnheit auch da die scheinbare Größe und Entfernung der sichtbaren Gegenstände, wo wir sie nicht so schätzen sollen, und solches geschiehet besonders bei Sonne und Mond, wie ich schon ehemals gezeigt habe, als die Rede davon war, daß diese beiden Himmelskörper uns beim Auf- und Unter-Gange nicht größer, als anderswo erscheinen.

Fürs zweite erhellet auch aus dem gegebenen Begriffe vom Sehewinkel, warum uns der Mond oft ganz nahe bei einem Sterne zu stehen scheint, welcher doch erstaunlich weit hinter ihm zu suchen ist, und warum eine Allee oder eine gerade mit gleich hohen Häusern besezte Straße spitzig zugehend und berganlaufend sich zeigt. Wir pflegen nämlich die Entfernungen der uns bekannten sichtbaren Gegenstände auf Erden ge-

wöhn-

wöhnlich, aus den scheinbaren Größen dieser Gegenstände selbst zu beurtheilen. Wenn man also zum Beispiele neben einem Thurme einen Menschen siehet, welcher so hoch oder auch wohl höher noch, als der Thurm selbst erscheint: so urtheilen wir, wiewohl oft unwissenderweise, sogleich, daß der Thurm wohl noch eine Viertelmeile weit hinter dem Menschen entfernt liege. Von der eigentlichen Größe der Himmelskörper lehren uns aber unsere Sinnen gar nichts, weil wir sie nie in der Nähe wahrnehmen, und eben darum beurtheilen wir auch oft ihren verschiedenen Abstand von uns und andern Himmelskörpern ganz falsch.

Fürs dritte gehet endlich aus dem Begriffe vom Sehewinkel hervor, daß wir auch von der eigentlichen Figur der Körper weit weniger wirklich sehen, als wir uns gewöhnlich einbilden. So sehen wir zum Beispiel eine Kugel immer nur als einen Kreis, eine Walze von der Seite betrachtet, bloß als ein Viereck, und eine Scheibe nur aus einem gewissen Standpunkte als eine Scheibe, indem sie aus andern Standpunkten bloß wie ein Oval, oder wohl gar wie ein gerader Stab erscheint. Kurz wir sehen alle Körper nur so, als ob sie von

dem allerberühmtesten Maler auf eine ebene Tafel gemalet wären, und schließen bloß, theils aus ihrem verschiedenen Schatten und Lichte, theils aus andern Bemerkungen, die wir schon vorher davon gemacht haben, daß es keine Gemälde, sondern wirkliche Körper sind, welche sich von mehrern Seiten betasten lassen. Ja ein richtiges Gemälde sehen wir, wenn es in einer schiefen Lage vor unsern Augen liegt, sehr verkürzt, so wie uns ein viel zu lang ausgedehntes Bild unter einer solchen schiefen Ansicht in seiner gehörigen Proportion erscheint.

Aus allen diesen Betrachtungen ist nun auch leicht abzunehmen, warum die Körper zuweilen rückwärts zu gehen scheinen, wenn sie sich doch wirklich vorwärts bewegen, oder warum wir sie zuweilen fortgehen sehen, wenn sie doch wirklich ruhen. Denn betrachtet einmal dieses Bild wieder, Tab. XIII, Fig. 1, und nehmet an, bei B befinde sich ein ruhender Körper, bei D hingegen ein Mensch, welcher nach C fortgehet. Aus der Stelle D wird also dieser Mensch den Körper B bei dem Baume N erblicken, und zwar darum, weil außer diesem Baume weiter keine Gegenstände hinter B in der geraden Linie DN zu sehen sind. Kömmt aber der

Mensch

Mensch aus D nach C: so siehet er den ruhenden Körper B, aus eben dem Grunde, bei dem Manne A, indem nun die gerade Linie CB auf denselben hinführet. Mithin muß der Körper B dem Menschen, der sich nun in C befindet, von N bis A fortgelaufen zu seyn scheinen, ohngeachtet er sich gar nicht bewegt hat, und nur der Mensch von D bis C fortgegangen ist. Bewegt sich aber der Körper B vorwärts bis nach E, indem der Mensch von D bis C fortgehet: so siehet ihn dieser aus C nach der geraden Linie CH, folglich bei dem Strauche H, da er ihm doch aus D bei dem Baume N sah, folglich muß er von N bis H rückwärts gelaufen zu seyn scheinen, ohngeachtet er sich in der That von B bis E vorwärts bewegt hat.

Alle diese und andere dergleichen Erscheinungen folgen, wie gesagt, bloß daraus, daß das Licht, sich selbst überlassen, stets nach geraden Linien fortgehet. Aber nun wird es zuweilen auch durch besondere Ursachen gezwungen, von seiner einmal erhaltenen geraden Richtung abzuweichen, oder auch wohl gar wieder dahin zurücke zu kehren, woher es gekommen ist. Unter welchen Umständen also das eine und andere geschiehet, das wollen wir uns nun auch kürzlich bekannt machen.

Der größte Nutzen leuchtender Körper bestehet bekanntlich darin, daß wir vermittelst ihres Lichtes auch eine Menge anderer Körper, die nicht selbst leuchten und ohne fremdes Licht ewig unsichtbar bleiben würden, sehen können. Wenn aber ein solcher an sich dunkeler Körper sichtbar werden soll: so wird nicht bloß ein leuchtender dazu erfodert, welcher ihm etwas von seinem Lichte zusendet, sondern der dunkele muß auch von einer solchen Beschaffenheit seyn, daß er das erhaltene Licht gleichsam zerstreuen, und selbiges entweder alles, oder doch einen Theil desselben, wieder zurücke werfen kann. Denn da der leuchtende sein Licht allezeit nur nach einer einzigen geraden Richtung auf einen dunkeln sendet, der dunkele aber dennoch dadurch, von seiner gegen das Licht gekehrten Seite betrachtet, nach allen Richtungen sichtbar wird: so muß dieser das empfangne Licht nothwendig nach allen Richtungen zurücke senden, das heißt, er muß es zerstreuen. Mit solchem zerstreuetem Lichte kann er sodann freilich auch wieder andere dunkele Körper erleuchten: aber die Erleuchtung, die durch solches zurücke geworfenes Licht bewirkt wird, ist jedoch jederzeit sehr viele mal schwächer, als diejenige, die ein leuchtender Körper selbst unmittelbar hervorbringt. Ich

will

will diesen Satz durch ein mehr sinnliches Beispiel erläutern. Der Wasserstral einer Fontaine steigt in Gestallt eines geraden durchsichtigen Stabes in die Höh, ohne aus einander zu fallen, bis ihn endlich die Schwere wieder zurücke herab drükt. Nun halte man aber eine poröse Kugel etwa einige Zoll hoch über die Oeffnung des Aussatzes, woraus der Wasserstral sich erhebt: und man wird sogleich wahrnehmen, daß die Kugel nicht nur naß wird, sondern auch das Wasser nach allen Richtungen zurücke wirft, und mithin den vorher geraden Stral zerstreuet, oder gleichsam in einen Staubregen verwandelt, welcher die rings umher stehenden Körper lange nicht so sehr, wie der Wasserstral die Kugel, durchnässet. Fast eben dieses geschiehet auch bei den sichtbaren Körpern: sie zerstören das in einer und eben derselben Richtung auf sie fallende Licht eines leuchtenden Körpers, verschlucken zuweilen einen Theil desselben, wie ein Schwamm das Wasser, und werfen die übrigen Ruinen nach allen Richtungen zurück, die dann freilich andere dunkele Körper, worauf sie fallen, anders nicht als nur schwach erleuchten können.

Ich habe aber mit Fleiß gesagt, daß die dunkeln Körper das empfangene Licht nicht bloß

reflektiren, sondern auch zerstreuen oder zerstören müssen, wenn sie sichtbar werden sollen. Denn wenn sie es unzerstreut reflektiren: so siehet man sie selbst gar nicht, sondern man siehet in ihnen bloß diejenigen, von welchen sie ihr Licht empfangen.

Und solche Körper, welche das auf sie fallende Licht unzerstreuet wieder zurücke geben, pflegt man Spiegel zu nennen. Sie besitzen zwar gedachte Eigenschaft freilich niemals ganz vollkommen, weil man weder Glas noch Metall vollkommen glatt poliren kann, und weil ein ganz vollkommener Spiegel nothwendig vollkommen glatt seyn muß. Allein wer in seinem Leben einen Spiegel, der so glatt, als möglich, geschliffen wäre, zum ersten male säh, und nicht schon wüßte, was das wäre, den würde dieser Vorfall dennoch täuschen. Er würde sicherlich nur die vorliegenden Gegenstände darin sehen, den Spiegel selbst hingegen gar nicht bemerken. Junge unerfahrne Hunde sehen die großen Spiegel in der That nicht, sondern machen allerlei dehmüthige Bewegungen, wenn sie ihre Herren von Ferne darin erblicken, und einige Bewohner der Inseln im Südmeere, die von den künstlichen Spiegeln keine Kenntniß haben,

haben, aber doch von den Europäern, die dahin kommen, zuweilen welche erhalten, laufen hinter dieselben, um die bespiegelten Gegenstände daselbst zu suchen, woraus leicht abzunehmen, daß auch wir die Spiegel nicht sehen würden, wenn sie nicht an den Rähmen und andern Zierrathen kenntlich wären.

Wenn man Sonnenlicht durch eine enge Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer fallen läßt: so erscheint ein heller Streifen, welcher sich gerade durch das Zimmer fortziehet, und, wie Ihr wisset, ein Sonnenstral, oder auch schlechthin ein Lichtstral genannt wird. Es entstehet aber dieser lichte Stab deswegen, weil das Licht in gerader Linie fortgehet, und die Luft, welche es unterwegens antrifft, erleuchtet, daher er auch allemal desto heller erscheint, je dichter die Luft ist, und je mehr Staub in ihr herum schwimmt. Läßt man nun gedachten Lichtstral auf einen ebenen Spiegel senkrecht fallen: so wirft ihn dieser durch eben die Oeffnung des Fensterladens, durch welche er herein kömmt, wieder gegen die Sonne selbst zurück, und verursacht hierdurch, daß der lichte Streifen doppelt helle erscheint, indem das Licht in diesem Falle von dem Spiegel gezwungen wird, auf

seinem ersten Wege gerade wieder zurücke zu kehren, daher sich denn auf diesem einzigen Wege nothwendig doppeltes Licht, nämlich das kommende und zurucke gehende, zugleich beisammen befindet. Hält man aber den Spiegel dem einfallenden Sonnenstrale schief entgegen: so wird zwar der Stral auch gezwungen seinen ersten Weg zu verlassen, aber dann gehet er nicht in sich selbst, sondern unter einer schiefen Richtung zurück, wie aus dem Bilde, Tab. XIII, Fig. 2, deutlicher erhellen mag.

Hier soll nämlich das Viereck ABCD den Durchschnitt einer verfinsterten Stube bedeuten, welche im Fensterladen bei O eine kleine Oeffnung hat, wodurch ein Sonnenstral OP fähret. Wenn also der Spiegel MN gerade gegen die Sonne gerichtet ist: so fällt gedachter Stral OP senkrecht auf ihn, und wird auch senkrecht wieder durch die Oeffnung O gerade gegen die Sonne S reflektirt. Bringt man aber den Spiegel in eine mehr oder minder schiefe Lage gegen den einfallenden Stral, zum Beispiel in diejenige, welche ZW andeutet: so fällt eben dieser Stral in einer schiefen Richtung darauf, und prallt mithin auch schief wieder davon ab, indem er nun keineswegs

weges durch die Oeffnung O wieder gegen die Sonne hinnaus fähret, sondern den geraden Weg PG nimmt, und an der Stubendecke bei G einen hellen Fleck bildet.

Merkt Euch bei dieser Gelegenheit ein allgemeines Naturgesetz, welches darin bestehet, daß der zurücke kehrende Stral sich allemal und unter allen Umständen genau eben so tief gegen den Spiegel jenseits neigt, als der einfallende diesseits. Man pflegt nämlich dergleichen Neigungen, welche zwei Linien oder Flächen bilden, wenn sie irgendwo zusammen stoßen, allemal Winkel zu nennen, wie Ihr auch schon aus dem vorhergehenden werdet abgenommen haben. Hier giebt es deren zwei: der eine wird von dem einfallenden Strale OP auf dem Spiegelstücke PZ, der andere aber von dem reflektirten Strale PG auf dem Spiegelstücke PW gebildet, und beide sind allemal einander vollkommen gleich. Auch ist hiebei noch dieses zu merken, daß eine gerade Linie RP, welche die Ebene ZW in demjenigen Punkte berühret, wo der Stral OP auffällt, und welche sich überdieses weder gegen Z noch gegen W neigt, sondern senkrecht auf dieser Ebene stehet, ein **Einfallsloch** genannt wird. Mit ihm macht

macht nun der einfallende Stral den Winkel OPR, der zurücke geworfene hingegen den Winkel GPR, und jenen pflegt man den Einfallswinkel, diesen hingegen den Rückstralungswinkel zu nennen. Mithin sind auch diese beiden Winkel hier allemal einander gleich, so, wie überhaupt bei jeder Bewegung der Einfallswinkel dem Rückprallswinkel unter ähnlichen Bedingungen allemal gleich ist.

Wenn daher mehrere Stralen parallel gegen einen ebenen Spiegel fahren, folglich auf ganz verschiedenen Punkten desselben anstoßen: so fahren sie auch alle auf parallelen Wegen wieder zurück, da sie im Gegentheile unter ganz verschiedenen Richtungen zurücke kehren, wenn sie unter eben so verschiedenen Richtungen gegen denselben anprallen, indem es im übrigen gleichviel gilt, ob sie von wirklich leuchtenden, oder nur von erleuchteten Körpern herkommen.

Und aus diesen Naturgesetzen, welchen das Licht bei seinem Fortgange von einem Körper zum andern unterworfen ist, läßt sich darthun, daß uns die Bilder der sichtbaren Gegenstände allemal eben so weit hinter einem ebenen Spiegel erscheinen müssen, als uns die Gegenstände selbst vor demselben erscheinen, wie auch, daß

wir

wir diese Bilder in einem solchen Spiegel weder vergrößert noch verkleinert sehen können, und endlich, daß ein ebener Spiegel wenigstens halb so hoch seyn muß, als der Mensch, der sich darin bespiegelt, wenn dieser sich seiner ganzen Länge nach in ihm sehen will.

Man macht also mit solchen ebenen Spiegeln schon dadurch allerhand Künsteleien, daß man öfters deren zwei oder drei mit einander verbindet, und sie so zusammenfügt, wie zwei Wände einer Stube mit ihrer Decke zusammengefügt sind. Alsdann wirft nämlich der eine Spiegel sein Bild immer wieder in den andern zurück, und man siehet folglich Statt eines einzigen Gegenstandes deren sehr viele, wovon diejenigen, welche man im obern Spiegel erblikt, gleichsam auf den Köpfen zu stehen scheinen. Große reiche Herren haben daher auch sogenannte Spiegelzimmer, wo nicht nur die Wände, sondern auch die Decken und Fußboden durchaus mit ebenen Spiegeln belegt sind, und wo man sich also allenthalben siehet. Auch sind Euch selbst schon jene Nürnberger kleinen Vestungsmodelle bekannt, welche eine ganze Vestung vorstellen, ohngeachtet sie nur aus dem sechsten Theile eines dergleichen Modelles wirklich

lich bestehen, und mithin die übrigen fünf Sechstel bloß durch die dabei angebrachten beiden Spiegel zeigen, und so weiter. Allein alle diese Künsteleien mit ebenen Spiegeln sind gleichwohl fast für nichts zu achten, wenn man diejenigen Erscheinungen dagegen erwägt, welche bei krummen Spiegeln wahrgenommen werden, und welche sich ebenfalls bloß auf die angeführten Gesetze gründen, daher ich Euch nun hiervon auch einige Nachrichten ertheilen will.

Ein ebener Spiegel kann das von ihm zurückekehrende Licht, wie gesagt, weder zerstreuen noch zusammendrängen, und muß, daher die Gegenstände, von welchen es herkömmt, allemal in ihrer wahren Gestallt und scheinbaren Größe abbilden. Ein krummer Spiegel hingegen kann dergleichen Bilder ganz anders darstellen: denn jeder krumme Spiegel bestehet aus einer unendlichen Menge ebener Spiegel, welche alle nicht nur unendlich klein sind, sondern auch eine unendlich verschiedene Lage gegen einander haben, wie Ihr leicht erachten werdet, wenn Euch die Eigenschaften der Kugel, von welchen ich gleich zu Anfange unserer Unterhaltungen gesprochen habe, noch erinnerlich sind. Nun wirkt aber das Licht eines jeden

sicht-

sichtbaren Gegenstandes auf jeden dieser unendlich kleinen Stellen des krummen Spiegels unter einem besondern Einfallswinkel, und zwar darum, weil jede dieser kleinen Stellen ihre besondere Lage gegen jeden dieser Gegenstände hat: folglich muß es auch von jeder Stelle unter einem besondetn Winkel zurücke geworfen werden, und parallel einfallende Stralen können von einem solchen Spiegel keineswegs parallel wieder zurücke kehren.

Schneidet man ein Stück von einer hohlen Kugel gerade ab, und polirt man dieses abgeschnittene Stück auf beiden Seiten recht glatt: so hat man sogleich zwei solche krumme Spiegel, indem die innere oder vertiefte Seite desselben ein sphärischer Hohlspiegel, die äußere Seite hingegen ein erhobener sphärischer Spiegel heißt.

Alle diejenigen Stralen, die von einem Punkte der Sonne ausgehen, und irgend einen irdischen Gegenstand erleuchten, fahren auf parallelen Wegen gegen denselben. Richtet man aber einen Hohlspiegel gerade gegen die Sonne: so müssen ihre Stralen dennoch unter lauter verschiedenen Richtungen von ihm zurücke prallen, und zwar darum, weil da nur die

mittelste unendlich kleine Stelle desselben vollkommen gerade gegen die einfallenden Stralen gerichtet ist, und weil alle übrige Stellen, wegen der Krümmung des ganzen Spiegels, eine immer mehr und mehr schiefe Lage gegen diese Stralen haben, je weiter sie von der gedachten mittlern Stelle abstehen. Mithin kann auch nur von dieser mittlern Stelle etwas Licht gerade gegen die Sonne wieder zurücke kehren, indem es von der ganzen übrigen Spiegelfläche allenthalben nach andern und andern Richtungen reflektirt, und vor dem Spiegel, in einer gewissen Entfernung von ihm, ganz enge zusammen gedrängt wird, so, daß es daselbst in freier Luft gleichsam eine kleine Sonne von außerordentlicher Klarheit bildet.

Man kann also leicht begreifen, daß in diesem kleinen Sonnenbilde allemal desto mehr Licht vereinigt ist, je mehr mal dasselbe kleiner als die Spiegelfläche selbst ist, weil sich daselbst jeden Augenblick alles Licht koncentrirt, welches den nächsten Augenblick vorher die ganze Spiegelfläche erfüllet; und viele Versuche, die man mit solchen Spiegeln anstellen kann, zeigen auch wirklich, daß die Sonnenstralen in diesem Bilde tausend mal mehr Kraft, als in

der

der Nähe herum besitzen, wenn die Spiegelfläche tausend mal größer, als das gedachte Bild ist, und zugleich die vollkommenste Politur hat. Man pflegt im übrigen dieses kleine Sonnenbild gewöhnlich den Brennpunkt zu nennen. Allein da es doch allezeit noch eine merkliche Größe hat, welche man einem Punkte nie zueignen darf: so wollen wir es den Fokus nennen, welches lateinische Wort eben dieselbe Sache bedeutet. Damit Ihr aber hiervon einen etwas deutlichern Begriff erlangen möget, will ich Euch diese ganze Sache auch noch durch ein Bild, Tab. XIII, Fig. 3, zu erläutern mich bemühen.

Hier mag nämlich der Kreisbogen AB den Durchschnitt eines Hohlspiegels vorstellen. Die unendlich vielen dagegen gerichteten geraden Linien CE bedeuten lauter parallele Sonnenstralen, welche auf der hohlen Fläche desselben in E anprallen, und nach D wieder zurücke geworfen werden, indem sie zugleich einander im Fokus S durchkreuzen, und hier gleichsam eine kleine Sonne in freier Luft bilden. Auf diese kleine Stelle S wirken also alle Stralen, welche vorher den Spiegel erfüllen, und sodann von ihm zurücke prallen. Aber hinter dieser

Stelle gehen sie sogleich nach unendlich verschiedenen Richtungen wieder aus einander, und erfüllen schon bei D einen viel größern Raum, als in S, daher denn auch ihre Wirkung sofort wieder desto schwächer wird, je weiter sie hinter dem Fokus aus einander gehen. Wäre hingegen in S der leuchtende Körper zu finden: so würden seine Stralen SE, die gegen den Spiegel hin auseinander fahren, von diesem nach EC unter lauter parallelen Richtungen reflektirt werden.

Die Wirkung der Sonnenstralen sind aber im Fokus bei guten Hohlspiegeln fast unglaublich, und müssen den Menschen, der sie zuerst bemerkt hat, zweifelsohne in großes Erstaunen gesetzt haben. Denn ein solcher Hohlspiegel, der nur zwei Fuß im Durchmesser hält, und im übrigen vollkommen gut polirt ist, drängt das Sonnenlicht im Fokus auf dreißigtausend mal dichter zusammen, als dasselbe außerdem sich bei uns auf Erden zeigt. Mithin ist seine Wirkung im Fokus auf dreißigtausend mal größer, als auf der Spiegelfläche selbst, und alsdann schmelzt ein solches koncentrirtes Licht nicht nur Gold, Silber, Kupfer und Eisen, sondern es verwandelt auch Mauersteine, Dach-

schiefer,

schiefer, Röthel, Bimstein, und fast alles, was man in den Fokus hält, in Glas, und zwar plözlich, daher man auch diesen Werkzeugen den Namen der Brennspiegel beilegt.

Daß aber das Licht mit Hilfe der Brennspiegel dergleichen erstaunliche Wirkungen hervorbringen kann, das kömmt wahrscheinlich daher, weil es die kleinsten Theilchen der Körper und Materien, worauf es wirkt, in diejenige besondere Bewegung versezt, welche man wie gesagt, Wärme oder Hitze zu nennen pflegt. Nun werden aber von den Brennspiegeln sehr viele Stralen in einen sehr kleinen Raum zusammen gedrängt: folglich müssen auch die Materientheilchen, die sich in diesem kleinen Raume befinden, desto heftiger bewegt, oder desto mehr erhizt werden, je kleiner der gedachte Raum selbst ist, in welchen die Wirkung so sehr vieler Sonnenstralen zusammen gedrängt wird. Wenn also der Fokus dreißig tausend mal kleiner als die Fläche eines vollkommen glatten Brennspiegels ist: so muß die Wirkung der Sonnenstralen daselbst dreißig tausend mal größer, als außerhalb desselben seyn. Uebertrafe der Spiegel an Größe seinen Fokus 50 000 mal: so wäre die Stärke des Lichtes im leztern

auch 50 000 mal größer, als auf dem erstern, und so ferner. Wenn wir nun bedenken, wie sehr schon das natürliche, nicht koncentrirte. Sonnenlicht uns in heissen Sommertagen ängstigen kann, und wie wir oft schmachten, wenn wir weder in kühlen Zimmern noch unter schattichten Bäumen Zuflucht finden: so läßt sich die große Hitze, die durch solche Spiegel hervorgebracht wird, schon einigermaaßen beurtheilen. Sand und schwarze Steine werden im Sommer am gewöhnlichen Sonnenlichte oft so heiß, daß man sich beinah die Hände daran verbrennt, wenn man sie anrührt, ja man hat Beispiele, daß in einigen Gegenden, wo es wärmer als bei uns ist, zuweilen wirklich dürre Bäume und andere leicht entzündbare Sachen von der bloßen Sonnenhitze angebraunt sind. Nun ist aber die Hitze des glühenden Eisens wohl kaum dreißig mal stärker, als die Wärme, welche im Sommer von der Sonne ohne dergleichen Verstärkungswerkzeuge bewirkt wird: wie außerordentlich muß also wohl eine noch tausend mal größere Hitze seyn, die sich im Fokus eines großen Brennspiegels zeigt?

Aber nicht etwa die Materie der Brennspiegel ist an diesen bewundernswürdigen Wir-

kungen Ursach, sondern bloß ihre reguläre hohle Gestallt und feine Politur; denn ein solcher aus Holz oder Stroh verfertigter Spiegel leistet eben das, was ein metallener von eben der Größe leistet, wenn er nur glatt genug ist, und eine solche Gestallt wie dieser hat.

Im übrigen sind an diesen Verstärkungswerkzeugen der Hitze auch noch verschiedene andere besondere Eigenschaften merkwürdig. Wenn sich nämlich das Auge eines Menschen zwischen dem Spiegel und seinem Fokus befindet: so siehet es die Bilder der Gegenstände, die sich darin bespiegeln, aufrechtstehend und vergrößert. Befindet sich aber das Auge weiter vom Spiegel, als der Fokus davon abliegt: so erscheinen ihm die Bilder gedachter Gegenstände am Spiegel in einer verkehrten Lage, und verkleinert. Ja unter gewissen Umständen siehet es diese verkehrten Bilder sogar in einiger Entfernung vom Spiegel in freier Luft schweben, welche sehr belustigende Erscheinung ehemals unwissende Menschen für sogenannte Zauberei gehalten haben. Sie sahen zum Beispiel eine Hand, eine Blume, ein Geldstücke oder dergleichen vor sich, und erhaschten doch nichts, wenn sie darnach griffen, und glaubten also Gespenster zu sehen.

Außer diesen Hohlspiegeln, die aus abgeschnittenen Stücken von Kugelschalen bestehen, giebt es auch noch andere Hohlspiegel von verschiedenen andern Krümmungen, besonders aber solche, welche Abschnitte von Kegel- und Walzen-Flächen sind. Leztere beiden Sorten haben aber, ihrer ungekrümmten Länge nach gerechnet, alle Eigenschaften der ebenen Spiegel, und kommen, in sofern sie ihrer Breite nach gekrümmt sind, mit obigen Hohlspiegeln überein, von welchen auch die übrigen alle in der Hauptsache nicht sonderlich abweichen.

Die erhobenen Spiegel hingegen zerstreuen das auf sie fallende Licht, und bringen die Sonnenstralen in keinen Fokus zusammen, sondern schwächen vielmehr deren Brennkraft, und stellen alle Gegenstände, die sich darin bespiegeln, allenthalben verkleinert vor. Man kann dieses an dem Bilde, Tab. XIII, Fig. 4, etwas deutlicher wahrnehmen. Hier bedeutet nämlich der Kreisbogen MN den Durchschnitt eines mit seiner erhobenen Seite gerade gegen das einfallende Licht gekehrten Spiegels, an welchem, wegen seiner Krümmung, die parallelen Stralen GP fast allenthalben schief anstoßen, folglich auch schief nach R wieder zurücke

gewor-

geworfen und zerstreuet werden, indem da nur der mittlere in sich selbst wieder zurücke kehrt, das heißt derjenige, welcher, wenn man ihn durch die Kugel, wovon der Spiegel gleichsam ein Stück ist, gerade fort verlängert, genau in das Centrum derselben trifft.

Außer solchen kugelartigen erhobenen Spiegeln giebt es auch noch andere Arten, besonders aber Kegel- und Walzen-förmige, welche leztern beiden Sorten jedoch wieder in ihren Wirkungen der Länge nach mit ebenen, der Breite nach mit erhobenen kugelartigen Spiegeln überein kommen, daher sie auch alle Gegenstände, die sich darin bespiegeln, der Länge nach in der angemessenen Größe, der Breite nach hingegen sehr verkleinert vorstellen, und mithin ungemein verzerrete Bilder machen. Malt man aber nach gewissen Regeln Bilder, welche der Quere nach ungemein weit aus einander gezerret sind, und also für sich betrachtet gar nichts ordentliches vorstellen: so geben dergleichen Spiegel wieder ordentliche Bilder davon zurück, und solche Spiegel nebst zugehörigen verzerreten Bildern könnet Ihr bei nürnbergischen Kaufleuten ebenfalls um billige Preiße finden.

Bisher haben wir also gesehen, daß diejenigen Körper, welche das auf sie fallende Licht unzerstört zurücke geben, eigentlich nicht selbst sichtbar sind, sondern uns nur die Bilder der Gegenstände zeigen, die ihnen Licht zusenden. Allein nun existiren auch gewisse Körper, die das auf sie fallende Licht weder zerstört noch unzerstört zurücke werfen, sondern dasselbe vielmehr entweder gänzlich einsaugen und bei sich behalten, oder frei durch sich hindurch und auf der hintern Seite unverändert wieder heraus fahren lassen. Diese beiden Gattungen der Körper und Materien sind ebenfalls unsichtbar, weil wir in der Welt nichts weiter sehen, als Körper, die das auf sie fallende Licht zerstreuen, und wenigstens einige Ruinen desselben in unsere Augen reflektiren.

Wenn ein Körper alles auf ihn fallende Licht einsaugt und bei sich behält, folglich gar nichts davon reflektirt: so ist er in der That an sich betrachtet unsichtbar, und wir nehmen ihn nur darum wahr, weil er kein Licht in unsere Augen sendet, indem doch alle andere Materien, die ihn umgeben und begrenzen, wirklich welches unsern Augen mittheilen. Er bildet also in jedem Auge, das ihn zu sehen glaubt,

bloß ein lichtleeres oder schwarzes Plätzchen, welches genau den Umriß desselben hat, und worauf das Auge gar kein Licht empfindet, folglich den Körper selbst gar nicht, sondern bloß die ihn zunächst umgebenden sichtbaren Sachen wahrnimt. Man pflegt aber solche unsichtbare Körper nur finstere oder schwarze Körper zu nennen, wiewohl es eigentlich keine ganz vollkommen schwarzen giebt, weil in einigen Punkten ihrer Oberflächen immer noch etwas weniges Licht reflektiret wird, welches man aber gewöhnlich nicht bemerkt.

Andere Materien hingegen, die dem Lichte einen freien Durchgang verstatten, ohne dasselbe bei sich zu behalten, sehen wir zwar eigentlich auch nicht: aber diese pflegt man nicht schwarze, sondern durchsichtige Materien zu nennen. Denn da sie das Licht aller sichtbaren Sachen, die hinter oder vor ihnen liegen, keinesweges aufhalten, sondern ungehindert hindurch fahren und zu unsern Augen gelangen lassen: so bilden sie in diesen keine lichtleeren Stellen, und können demnach nicht, wie jene, schwarze Materien heißen, ohngeachtet sie wirklich auch an sich betrachtet unsichtbar sind.

Gleichwie es aber keinen vollkommen schwarzen Körper giebt: eben so giebt es auch keinen vollkommen durchsichtigen. Denn das reinste Wasser, ja der klåreste Demant reflektirt so gut, wie der schwårzeste Sammt, stets noch ein wenig Licht, woraus also leicht abzunehmen, daß dieses von keinem Körper in allen seinen äußern Punkten gänzlich eingesogen, und von keinem ohne alle Hinderniß durch alle seine Punkte hindurch gelassen werde. Allein dieß hindert uns, wie gesagt, gleichwohl nicht, gewisse Materien schwarz, und andere durchsichtig zu nennen, da man sehr kleine Abweichungen von den Regeln sonst auch nicht achtet.

Zu den durchsichtigen Materien rechnet man besonders das ungefärbte Glas, den reinen Bergkrystall, den Demant, die heitere Luft, reines Wasser, Weingeist, und andere dergleichen Materien, die wir nun auch ein wenig nåher betrachten wollen, um zu sehen, ob sie etwa dem hindurchfahrenden Lichte dennoch merklich widerstehen, und, wenigstens in Hinsicht auf seine ununterbrochene gerade Richtung, ihm vielleicht einige Hindernisse in den Weg legen.

Wenn das Licht aus einer lockern durchsichtigen Materie in eine dichte, zum Beispiele

aus

aus der Luft in Wasser, nach einer senkrechten Richtung übergehet: so weicht es von seinem ersten geraden Wege nicht ab, sondern gehet ungehindert gerade fort. Sezt man zum Beispiel einen geraden Stab mit seinem untern Ende in ein offenes Gefäß voll reinen Wassers, und siehet man vertikal über ihm in das Wasser hinab: so erscheint er durchaus ganz gerade und nirgends zerbrochen oder gebogen; denn das Licht, welches von dem untern Ende desselben durch die Oberfläche des Wassers in die Luft heraus gehet, und in das gerade darüber befindliche Auge gelangt, weicht hier von seiner ersten geraden Richtung nicht im geringsten ab. Sobald man aber den Stab schief in das Wasser stellt, dann erscheint er nicht mehr gerade, sondern gebrochen, man mag ihn nun gerade von oben, oder von der Seite betrachten: und hieraus erhellet zur Genüge, daß das Licht seine erste gerade Richtung verändert, wenn es nicht senkrecht, sondern schief aus einer dichten durchsichtigen Materie in eine lockere, oder aus einer lockern in eine dichte übergehet.

Diese Bemerkung ist, wie leicht zu erachten, schon sehr alt, und von den berühmtesten Philosophen des Alterthums bewundert worden.

Wenn

Wenn man Beispiele unerklärbarer Naturerscheinungen anführen wollte, da fragte man: wer wohl erklären könne, warum die Ruder im Wasser allezeit zerbrochen zu seyn scheinen, da sie doch wirklich gerade sind? Sie kannten also die Gesetze noch nicht, nach welchen das Licht in den Oberflächen durchsichtiger Materien von seinen geraden Wegen abweicht, und folglich mußten ihnen dergleichen Abweichungen freilich sonderbar vorkommen. Nach diesen Abweichungsgesetzen siehet man auch die Fische im Wasser nie an ihrem wahren Orte, sondern allezeit an einer höhern Stelle, man müßte denn aus einem Schiffe oder von einer Brücke senkrecht auf sie hinnab sehen, und eben daher trifft man auch keinen, wenn man auf der Seite am Ufer stehet, und gerade nach ihm schießt.

Stellt Euch einen etwas dicken durchsichtigen Körper vor, welcher nicht nur dichter als die ihn umgebende Luft ist, sondern auch lauter ebene Flächen, etwa wie ein Würfel hat, und auf welchen das Licht schief einfällt. Nun kann man, wie leicht zu erachten, durch alle Punkte einer solchen ebenen Fläche gerade Linien senkrecht ziehen, welche nach unten und oben so weit,

weit, als man will, reichen können, und welche Einfallslothe genannt werden, sobald zugleich Lichtstralen durch eben diese Fläche fahren. Auch haben die Naturforscher durch viele Versuche ein allgemeines Naturgesetz entdekt, nach welchem ein Lichtstral allezeit augenblicklich von seinem ersten geraden Wege abgehet, und sich gegen sein Einfallsloth neigt, wenn er aus einem lockern durchsichtigen Körper in einen dichtern übergehet, gegentheils aber sich um eben so viel wieder von seinem Einfallslothe hinweg lenkt, wenn er aus diesem dichtern in den dünnen heraus fähret. Je mehr aber dergleichen durchsichtige Materien in Ansehung ihrer Dichtigkeit von einander abweichen, desto mehr lenken sich gemeiniglich auch die Lichtstralen bei deren Ein- und Aus-Tritte von ihren vorhergehenden geraden Wegen ab. Demant, zum Beispiel, ist viel dichter, als Wasser, und Wasser ist auch merklich dichter, als recht starker Weingeist: und aus diesem Grunde neigt sich das Licht, wenn es aus der Luft in Demant übergehet, weit mehr gegen sein Einfallsloth, als wenn es aus der nämlichen Luft in Wasser, oder gar in Weingeist eindringt, und so weiter. Man pflegt im übrigen diese Abweichung des Lichtes von seinen erstern Wegen die Refraktion oder

die Brechung desselben zu nennen, welche ich Euch, der mehrern Deutlichkeit wegen, ebenfalls durch ein sinnliches Bild, Tab. XIII, Fig. 5, erläutern will.

Nämlich ABCD mag den Durchschnitt eines mit ebenen Flächen begrenzten durchsichtigen Körpers vorstellen, welcher dichter, als die Luft ist. Wenn daher SP einen schief einfallenden Lichtstral, und folglich MN sein Einfallsloth ist: so gehet er durch diesen Körper nicht nach PG gerade fort, sondern wird in P gleichsam gebrochen, und nimt seinen geraden Weg nach PE, wenn der Körper nämlich durchaus einerlei Dichtigkeit hat. Bei E tritt er aber aus dem dichtern Körper wieder in die dünnere Luft, und folglich ist hier sein Einfallsloth RQ, von welchem er nun wieder eben so viel abgelenkt wird, als er sich vorher gegen MN neigt, und folglich nicht von E nach K, sondern von E nach O gerade fortgehet. Man pflegt im übrigen die Neigung, den der einfallende Stral mit seinem Einfallslothe bildet, den **Einfallswinkel**, die Neigung hingegen, die der abgelenkte Stral mit seinem Einfallslothe darstellet, den **gebrochenen Winkel** zu nennen: daher denn hier nicht nur die Nei-

gung GPN sondern auch KER ein Einfallswinkel, die Neigung EPN hingegen, so, wie die Neigung OER, ein gebrochener Winkel heißt.

Auf diese Gesetze der Brechung des Lichtes gründen sich die Wirkungen der Brenngläser, der Fernröhre, der Mikroskope und Brillen, ja es läßt sich sogar die innerliche Struktur unserer Augen aus ihnen leicht erklären, die wir aber, um Weitläuftigkeit zu vermeiden, hier nicht betrachten können, da wir uns bloß noch das Nöthigste von den gedachten optischen Werkzeugen bekannt zu machen haben.

Wenn die Flächen eines durchsichtigen Körpers, durch welche paralleles Licht fähret, nicht nur eben sind, sondern auch eine parallele Lage gegen einander haben, wie etwa AB und CD in dem Bilde, Fig. 5: so wird es von einem solchen Körper weder zusammen gedrängt, noch zerstreuet, sondern gehet, sowohl im Körper selbst, als außerhalb demselben, stets parallel fort, es mag nun senkrecht hinnein getreten seyn, oder nicht. Mithin müssen uns auch alle Gegenstände, die wir durch ebene Glastafeln sehen, allezeit in ihrer gewöhnlichen Größe und Gestallt erscheinen, und hindurch fah-

rende Sonnenstralen können keinen Fokus bilden, folglich nichts anzünden.

Sind aber die Flächen gekrümmt: so haben alle unendlich kleine Stellen derselben gegen parallel einfallende Stralen eine unendlich verschiedene Lage, indem da nur ein einziger Punkt vollkommen senkrecht gegen solche Stralen gerichtet ist. Mithin kann auch nur ein einziger unendlich feiner Stral in diesem Punkte durch die krumme Fläche ungebrochen hindurch fahren, indem im Gegentheile die übrigen alle desto mehr von ihren erstern parallelen Wegen abgeleitet werden, je mehr Krümmung die Fläche hat. Man wählt aber hiezu gemeiniglich auch die Krümmung der Kugelflächen: ich sage, die Künstler schleifen dicke Glasplättchen in besondern dazu verfertigen Formen so, daß dieselben das Ansehen bekommen, als ob sie von glatten gläsernen Kugeln abgeschnitten wären.

Wenn ein solches Glas, Tab. XIII, Fig. 6, auf beiden Seiten erhoben ist: so pflegt man es geradehin ein Konvexglas, oder auch ein Konvexkonvexglas zu nennen, so, wie es im Gegentheile ein Plankonvexglas heißt, wenn es, wie Fig. 7 zeigt, nur auf der einen

Seite

Seite erhoben, auf der andern hingegen platt oder eben ist. Aber nun giebt es auch dergleichen geschliffene Gläser, welche auf der einen oder andern Seite nicht nur nicht erhoben, sondern platt, ja wohl gar, wie ein Stück von einer Kugelschaale, ausgehölet sind. So ist zum Beispiele das Glas Fig. 8 zu beiden Seiten hohl, und wird gemeinhin ein Konkavglas, zuweilen auch ein Konkavkonkavglas genannt, so, wie im Gegentheile das Glas Fig. 9 nur an einer Seite hohl, an der andern hingegen eben ist, und ein Plankonkavglas heißt. Endlich schleift man auch Gläser, die auf der einen Seite hohl, auf der andern erhoben sind. Wenn da nun die hohle Seite ein Stück von einer größern, die erhobene hingegen ein Stück von einer kleinern Kugel ist, wie Fig. 10 vorstellet: so führt es den Namen eines Meniskus, indem es dagegen ein Konkavkonvexglas genannt wird, wenn die hohle Seite, Fig. 11, ein Stück von einer kleinern, die erhobene aber ein Stück von einer größern Kugelfläche ist. Weil jedoch die gebräuchlichsten von ihnen, nämlich Fig. 6 und 7, ziemlich die Figur der Linsen haben: so pflegt man ihnen auch allen zusammen den gemeinschaftlichen Namen der Linsen oder Glaslin-

sen beizulegen, wobei ich nur noch bemerken will, daß nur diejenigen, welche die Figuren 6, 7 und 10 andeuten, das Licht in einen Fokus zusammendrängen, mithin wirklich brennen und vergrößern, da im Gegentheile die übrigen, Fig. 8, 9 und 11, das hindurch fahrende Licht aus einander beugen, und alle Gegenstände, die man durch sie betrachtet, verkleinern. Die Bilder, Fig. 6 und 8 mögen die Sache deutlicher machen.

Nämlich AB, Tab. XIII, Fig. 6, mag den Durchschnitt eines Konvexglases, und AB, Fig. 8, den Durchschnitt eines Konkavglases bedeuten. Die vordere Fläche ARB ist bei beiden gerade gegen die parallel einfallenden Sonnenstralen SM und SR gerichtet. Mitten auf jeder dieser Flächen in R dringt also ein Stral senkrecht ein, und gehet in diesem Punkte ungebrochen nach P hindurch. Bei M hingegen fallen alle übrige Stralen schief auf diese krumme Flächen, und werden daher nach N gebrochen. An den hintern Flächen APB gehet nur der mittlere Stral bei P wieder senkrecht und folglich ungebrochen hindurch, da im Gegentheile die übrigen alle bei N schief hindurch fahren, und mithin abermals gebrochen werden.

den. Hinter dem Konvexglase Fig. 6 werden sie also alle in den Fokus F zusammengeleitet, wo sie einander durchkreuzen, die Sonne im Kleinen daselbst abbilden, und sofort nach X wieder aus einander gehen. Hinter dem Konkavglase Fig. 8 hingegen fahren sie von N gegen Z sogleich aus einander, und bilden keinen eigentlichen Fokus, wiewohl man doch den Punkt W, wo die in den Gedanken von Z durch N gerade zurück verlängerten Stralen einander schneiden, den **verneinenden Fokus** nennt.

Auf daß Ihr aber auch sehet, wie bei solchen krummen Flächen das Einfallsloth gezogen wird, und wie die angeführten Gesetze der Brechung auch da ihre Anwendung finden: so dürft Ihr nur das Bild, Tab. XIII, Fig. 12, betrachten. Nämlich das Einfallsloth ist allemal eine gerade Linie CG, welche aus C, oder aus dem Mittelpunkte der Kugel, zu welcher die Krümmung EBE gehört, nach dem Punkte E, wo ein Stral einfällt, gezogen, und so weit als man will, verlängert wird. Ist also DE ein einfallender Lichtstral: so ist sein Einfallsloth CG, und er kann durch E nicht nach N gerade fortgehen, sondern wird

gegen EC gebrochen, und muß daher seinen Weg nach F nehmen, wenn nämlich EBE die Fläche eines Glases ist, welches über C bis F reicht. Wäre aber F ein leuchtender Punkt, und mithin FE ein einfallender Stral, der aus dem Glase in die Luft führe: so wäre CG wieder sein Einfallsloth, und er könnte durch E wieder nicht nach O gerade fortgehen, sondern müßte sich von dem Lothe hinweg beugen und nach D fortgehen. Und eben so ist auch klar, daß der mittlere Stral AB in seinem Einfallslothe CA selbst gerade fortgehet, folglich durch den Punkt B senkrecht fähret, und mithin gar nicht gebrochen wird.

Also befinden sich im Fokus einer solchen Linse alle Sonnenstralen, die vorher die ganze Linse erfüllen, koncentrirt beisammen, woraus man wieder leicht abnehmen kann, wie erstaunlich die Hitze daselbst seyn muß, wenn die Linse sehr groß, und ihr Fokus desto kleiner ist. Wenn daher ein solches Glas nur etwa zwei Fuß im Durchmesser hält, und im übrigen gut geschliffen ist: so kann man schon Eisen damit schmelzen, Demanten zerstören, Steine in Glas verwandeln, Holz unter Wasser zu Kohle verbrennen, und viele andere solche sonderbare Wirkungen hervorbringen.

Das

Das größte dieser Brennwerkzeuge, welches acht Fuß im Durchmesser hält, befindet sich zu Paris. Dieses ist aber nicht durchaus gläsern, sondern inwendig hohl, und mit Weingeiste gefüllet, weil ein solider Glasklumpen von solcher Größe nie ganz rein erhalten werden kann, und sich nicht gut schleifen läßt. Im übrigen trägt hier auch die Materie solcher Werkzeuge gar nichts zu ihrer Brennkraft bei; denn man kann die nämlichen Wirkungen vermittelst eines großen reinen Eisklumpens hervorbringen, wenn man ihm die gehörige Linsenförmige Gestallt und Politur giebt.

Richtet man dergleichen Gläser, die aber zu diesem Behufe viel kleiner, als die angeführten großen Brenngläser seyn können, gegen andere sichtbare Gegenstände, die etwas weit entfernet sind: so bilden sich dieselben ebenfalls im Fokus ab, und erscheinen daselbst in einer verkehrten Stellung mit allen ihren Farben in größter Schönheit, zumal wenn man sie daselbst auf einer weißen Wand oder Tafel auffängt. Sezt man daher ein solches Glas in den Fensterladen einer Kammer, und macht man die Kammer vollkommen finster, so, daß weiter kein Licht, als nur durch dieses Glas

hinnein fallen kann: so bildet sich die ganze vorliegende Gegend mit allen ihren Gegenständen im Kleinen auf einer in den Fokus gestellten weißen Tafel mit größter Schönheit, jedoch in verkehrter Stellung ab. Diese Vorrichtung heißt eine finstere Kammer, camera obscura, und ist jungen Malern, die in ihren Werken der Natur genau nachzuahmen sich bemühen, sehr nützlich.

Noch ist hiebei zu bemerken, daß alle Konvergläser die Gegenstände dem Auge aufrechtstehend und vergrößert vorstellen, wenn sich dasselbe zwischen dem Glase und seinem Fokus befindet, und daß im Gegentheile alle vorliegende Gegenstände dem Auge verkehrt und verkleinert erscheinen, wenn dieses weiter von dem Glase abstehet, als der Fokus, oder die Stelle, wo sich die Gegenstände deutlich abbilden.

Die Wirkungen der Konvergläser und Hohlspiegel sind folglich beinah völlig einerlei. Nur die Art und Weise, wie diese Wirkungen veranlasset werden, ist verschieden. Bei den Spiegeln werden nämlich diese Wirkungen durch die Reflexion, bei den Linsen hingegen durch die Refraktion der Lichtstralen hervorgebracht, und jene

wer-

werfen ihren Fokus vor sich, indem ihn diese hinter sich bilden.

Eben so lassen sich auch die Hohl- oder Konkav-Gläser, in Hinsicht auf ihre Wirkungen, den erhobenen Spiegeln gleich stellen. Sie, die Hohlgläser, brechen nämlich das hindurchfahrende Licht zwar ebenfalls, drängen es aber wegen ihrer vertieften Gestallt in keinen Fokus zusammen, sondern beugen dasselbe sogleich bei seinem Austritte aus einander, daher denn auch alle Gegenstände, die man durch solche Gläser betrachtet, zwar allezeit aufrecht stehend, aber doch verkleinert erscheinen.

Auch ist leicht zu erachten, daß man aus dergleichen Linsen und Spiegeln mancherlei andere optische Werkzeuge zusammen setzen kann.

Die **Brillen** sind Konvergläser, und nur für diejenigen Menschen tauglich, die mit bloßen Augen nicht scharf oder deutlich in der Nähe, wohl aber in die Ferne gut sehen können. Betagte Menschen gebrauchen sie daher nur, um feine Schrift zu lesen, oder andere feine Arbeiten dadurch zu erkennen.

Unter den sogenannten **Lorgnetten** verstehet man Hohlgläser, welche nur für jugendliche

Augen passen, die nicht scharf in die Ferne, aber wohl in der Nähe deutlich sehen, und man gebraucht sie nur, um entlegene Gegenstände dadurch desto deutlicher zu erkennen. Gewöhnlich bestehet eine Lorgnette nur aus einem solchen Hohlglase, wodurch man also nur mit einem Auge sehen kann: aber zuweilen sezt man auch deren zwei, wie die beiden Konvexgläser einer Brille zusammen, so, daß man mit beiden Augen hindurch sehen kann, und alsdann siehet ein solches Werkzeug einer Brille ähnlich.

Sezt man ein Konvexglas und ein Hohlglas in eine Röhre dergestallt ein, daß das eine gerade hinter das andere zu stehen kömmt, und zwar in derjenigen Entfernung von einander, daß der Fokus des erstern genau in den verneinenden Fokus des andern fällt: so hat man ein **Perspektiv**, welches man mit seinem Hohlglase an das Auge halten muß, um entfernte Gegenstände dadurch vergrößert, und scharf begrenzt zu erblicken. Man pflegt aber bei dergleichen Sehewerkzeugen das vordere Glas, welches nach den Gegenständen hinsiehet, das **Objektiv**, das hintere hingegen, welches man an das Auge hält, das **Okular** zu nennen. Wirft

nun

nun das Objektiv seinen Fokus weit hinter sich, und liegt im Gegentheile der verneinende Fokus des Okularglases sehr nah an seiner vordern Fläche: so ist ein solches Perspektiv lang, und vergrößert alle Gegenstände viele mal, indem es im entgegengesezten Falle kurz ist, und wenige mal vergrößert. Ist es lang: so pflegt man es ein Galliläisches Fernrohr, außerdem aber nur ein Taschenperspektiv zu nennen.

Man kann auch Statt gedachten Konkavglases ein kleines Konverglas als Okular gebrauchen, wenn man es eben so in die Röhre sezt, wie jenes, daß nämlich sein Fokus genau in den Fokus des Objektivs zu liegen kömmt. Aber dann stellt ein solches Fernrohr alle Gegenstände verkehrt vor, und wird ein Keplerisches Himmelsrohr genannt, weil man es bloß zu den Betrachtungen der Sterne gebraucht. Man kann jedoch das Himmelsrohr auch gar leicht in ein sogenanntes Erdrohr verwandeln, wenn man zu dem einen konvexen Okulare noch zwei andere von eben der Art hinzu sezt, jedoch so, daß immer der Fokus des einen genau in den Fokus des andern zu liegen kömmt; denn alsdann stellen diese Röhren die Gegenstände wieder aufrechtstehend vor,

und

und vergrößern sie gleichwohl noch eben so sehr, als anfänglich.

Auf eben diese Weise werden die sogenannten Dollondischen Fernröhre verfertigt, nur daß bei diesen das Objektiv aus zweierlei Glas, nämlich aus Flint- und Crown-Glas zusammengesezt wird. Man schleift nämlich einen Meniskus, Fig. 10, aus Flintglas, und eine Konvexlinse Fig. 6, aus Crownglas, und sezt beide so zusammen, daß die eine erhobene Seite der leztern in die hohle Seite des erstern paßt, und daß daher beide Gläser sodann gleichsam nur ein einziges Konvexglas ausmachen. Dergleichen zusammengesezte Objektive brechen nämlich die Lichtstralen zwar auch, aber sie zerlegen sie nicht wie andere Konvexgläser in ihre farbigen Theile, und werden daher achromatische oder farbenlose Objektive genannt.

Wie in andern Gläsern das Licht in seine Farben zerlegt werde, das werde ich Euch nächstens auch zeigen, bemerke aber hier nur noch, daß diese Dollondischen oder achromatischen Fernröhre einen großen Vorzug vor den vorher beschriebenen Fernröhren haben.

Da die Hohlspiegel in ihrem Fokus die Bilder weit entfernter Gegenstände ebenfalls deutlich und klar darstellen: so kann man sie beinah eben so, wie die Objektivgläser, mit Okulargläsern verbinden, und alsdann erhält man diejenigen Sehewerkzeuge, welche den Namen der Spiegelteleskope führen. Weil aber alle Spiegel die Bilder der vor ihnen befindlichen Gegenstände vor sich werfen, und man also nicht gerade vor sie treten darf, wenn die hinter uns befindlichen Körper ihr Licht auf sie senden sollen: so hilft man sich so, daß man entweder einen ganz kleinen ebenen Spiegel B Tab. XIII, Fig. 13, in einer schiefen Lage vor den weit größern Hohlspiegel RR stellt, und sodann gegen jenen das Okularglas A gerade hin richtet, oder daß man gerade vor dem großen Spiegel RR Fig. 14, einen ganz kleinen Hohlspiegel N anbringt, welcher mit seinem Fokus genau in den Fokus des großen trifft, mithin das von ihm empfangene Licht parallel gegen die Mitte des großen Spiegels zurücke wirft. Denn dieser ist in seiner Mitte mit einem engen Loche M und mit einer hinein passenden kleinen Röhre B versehen, worin ein paar Okulargläser stehen. Die von der erstern Art, Fig. 13, heißen Newtonische Spiegeltele-

teleskope, und haben die Okularröhre A an der Seite, daher man auch von der Seite hinein sehen muß, um die Stralen SR zu empfinden. Die von der zweiten Art, Fig. 14, hingegen führen den Namen der Gregoryschen Spiegelteleskope, und haben die Okularröhre B mitten hinter dem großen Spiegel, daher man auch in diese von hinten hindurch siehet, um das reflektirte Licht SR aus dem kleinen Spiegel N zu erhalten. Sie sind im übrigen alle nach Verhältniß ihrer Dienstleistungen ungemein weit und kurz, wobey sie jedoch die Gegenstände sehr viele mal vergrößern. Und seitdem Herr Herschel zu London eine Metallkomposition erfunden hat, welche nicht rostet, und gleichwohl die prächtigste Stahlpolitur annimt, folglich die allervollkommensten Spiegel giebt, seitdem haben die Spiegelteleskope vor den Dollondischen und allen übrigen Arten von Fernröhren bei weitem den Vorzug davon getragen.

Gleichwie nun die Fernröhre oder Teleskope bloß gebraucht werden, um an sich große Gegenstände, die nur wegen ihrer großen Entfernung den bloßen Augen gar zu klein und zu undeutlich erscheinen, vergrößert zu sehen, und genauer zu erkennen: eben so dienen die Vergröße-

größerungsgläser oder Mikroskope bloß, um sehr kleine Gegenstände, deren kleinere Theile man sogar in der Nähe, wegen ihrer zu großen Feinheit, mit bloßen Augen nicht sehen kann, deutlich und vergrößert wahrzunehmen. Hiezu kann also schon jedes einfache Konvexglas gebraucht werden, welches dann den Namen eines einfachen Mikroskops führet, und welches man allezeit in einer gewissen Entfernung von dem kleinen Gegenstande, den man betrachten will, vor das Auge halten muß. Aber je mehr sich die Linsenförmige Gestallt solcher Gläser der kugelförmigen nähert, und je kleiner diese kleinen Kügelchen oder Linsen sind: um so viel mehr vergrößern sie nicht nur, sondern müssen auch desto näher an den zu betrachtenden kleinen Gegenstand gehalten werden. Man findet also jedesmal die gedachte bestimmte Entfernung des Gläschens von dem Gegenstande am leichtesten dadurch, daß man es ein wenig hin- und her bewegt, um zu sehen, wo dieser am deutlichsten erscheint.

Nun ist jedoch leicht zu erachten, daß man dergleichen sehr kleine Gläschen in freyer Hand nicht recht ruhig halten kann, wie auch, daß jene kleinen Gegenstände durch die gar zu große

Annä-

Annäherung des Gläschens und Auges fast gänzlich in Schatten gerathen, folglich sehr wenig Licht zurücke geben, und mithin gar zu dunkel erscheinen. Aus diesem Grunde bedient man sich einer kurzen Röhre dazu, auch sezt man, wie bei den Fernröhren, über die eigentliche Vergrößerungslinse, in gehöriger Entfernung, ein größers Konvexglas, das hier ebenfalls das Augenglas heißt, wobei man zugleich an dem Postemente, worauf sich diese in eine Röhre eingepasseten Gläser an einem mössingenen Stabe auf- und nieder-schieben lassen, nicht nur einem kleinen Hohlspiegel, sondern auch noch ein besonderes Konvexglas in schicklicher Stellung anbringt, so, daß man auf solche Weise alle Objekte, die auf einem kleinen Schieber unter die Vergrößerungslinse geschoben werden, sowohl von der Seite, als von unten, allezeit so stark als man will, erleuchten kann. Solche Vergrößerungsgläser pflegt man microscopia composita zu nennen, weil sie, ohne die Erleuchtungsgläser zu rechnen, aus zwei bis drei Linsen bestehen. Die besten dieser Art werden von dem hiesigen Universitätsoptikus, Herrn **Hofmann**, verfertiget.

Stekt man eine solche Vergrößerungsröhre, welche außer der Vergrößerungslinse nur noch ein

ein etwas großes Konvexglas enthält, so durch den Fensterladen einer finstern Kammer, daß gedachte kleine Linse einwärts, das andere Glas hingegen auswärts zu stehen kömmt, und schiebt man kleine durchsichtige, auf gläserne Schieber gestrichene, Objekte queer in die Röhre hinnein, und zwar an derjenigen Stelle, die ein wenig hinter dem Fokus der Vergrößerungslinse nach dem Vorderglase hin liegt: so hat man ein **Sonnenmikroskop**; denn alsdann darf man die Sonnenstralen nur vermittelst eines außen am Laden angebrachten beweglichen ebenen Spiegels gerade durch die Röhre herein leiten, um zu sehen, daß zum Beispiele die Essigälchen, die man mit bloßen Augen fast gar nicht siehet, an einer gegen über stehenden weißen Wand in der Größe großer Schlangen erscheinen, wie auch, daß fast jedes derselben eine unendliche Menge von Jungen im Leibe hat, welche sich eben so, wie die alten, um einander herum winden.

Beinah auf eben die Art ist auch die bekannte **Zauberlaterne**, laterna magica, eingerichtet. Nämlich gedachtes Vorderglas dient beim Sonnenmikroskop nur dazu, daß es die Sonnenstralen zusammen drängt, und mithin

die nahe am Fokus desselben befindlichen Objekte recht stark beleuchtet. Man kann also in gewissen Fällen auch einen Hohlspiegel an dessen Statt gebrauchen, und ein solcher ist eben bei der magischen Laterne vorzüglich anwendbar. Man stellt ihn in einiger Entfernung von der Vergrößerungslinse vertikal, oder mit ihr selbst parallel, und sezt eine brennende Lampe in seinen Fokus; denn alsdann kann das vom Spiegel zurucke geworfene Licht sich weiter nicht zerstreuen, sondern behält gleiche Stärke, und gehet gegen die vorstehende Vergrößerungslinse gerade fort. Schiebt man daher Bilder, die mit Saft- oder durchsichtigen Oehl-Farben auf Glas gemalet sind, an eben der Stelle, wie beim Sonnenmikroskop, in die Laterne quer vor die gedachte Linse: so zeigen sich dieselben auf einer gegenüber stehenden Wand ebenfalls ungemein vergrößert. Statt einer Vergrößerungslinse nimt man hier jedoch deren gewöhnlich zwei, die man in ein kurzes Rohr einsezt, so, daß man sie bald näher zusammen schieben, bald weiter aus einander ziehen kann.

Auf welche Weise nun die Lichtstralen durch die Brechung auch in ihre bunten Farben zerlegt werden, das wollen wir uns morgen ausführ-

führlicher bekannt machen, sezte Philalethes hinzu, und ließ für heute seine jungen Freunde von sich.

## Zwanzigste Unterhaltung.

### Betrachtung des farbigen Lichtes.

Den folgenden Morgen gieng die Sonne überaus heiter auf, und erfüllte mit ihren erfreulichen Stralen den Saal, wo Philalethes jezt seine Vorlesungen zu halten pflegte. Er sezte daher sogleich Läden vor die Fenster und ließ nur durch ein enges Loch einen dünnen Stral herein fallen. Dann führte er auch Amalien und Karln dahin, und stellte ein Farbenprisma in den Stral, welches bekanntlich ein dreiseitiger gläserner Stab ist, und jeden weißen Lichtstral, welcher in der gehörigen Richtung hindurch gehet, in verschiedene farbige Theile zerlegt. Sie sahen also nun auf einer gegenüber stehenden weißen Tafel einen hellen länglichen Flecken, oder ein sogenanntes Farbenbild, woran sich fünferlei überaus prächtige Farben deutlich unterscheiden ließen, wie das Bild, Tab. XIV, Fig. 1, vorstellet.

Nämlich von unten hinnauf siehet man da zuerst ein hochrothes Licht, welches ungemein glänzt. Dann folgt ein überaus blendendes gelbes. Ueber diesem stellt sich das angenehmste grüne dar. Auf dieses folgt ein Himmelblaues, welches man sonst nie so schön zu sehen bekömmt. Endlich bemerkt man auch das prächtigste veilchenblaue, welches unter allen die oberste Stelle des gedachten Farbenbildes einnimt. Aber diese farbigen Lichter sind, wie man siehet, nicht scharf begrenzt, sondern gehen bloß allmählig in einander über. Aus dieser Ursache unterscheidet man noch zwischen dem rothen und gelben das pomeranzengelbe, zwischen dem gelben und grünen das gelbgrüne, zwischen dem grünen und blauen das grünblaue, zwischen dem blauen und veilchenblauen das indigblaue, wiewohl diese Nüancen immer nur ziemlich schmal erscheinen, und mithin oft nicht bemerkt werden, besonders wenn der einfallende weiße Sonnenstral sehr fein ist.

Hierauf stellte Philalethes ein kleines Brennglas hinter das Prisma, und ließ den zerlegten farbigen Stral hindurch fahren. An der weißen Tafel, welche wohl acht Schritte weit von dem Prisma und Brennglase entfernt

war,

war, erschien alsdann das Farbenbild zwar viel größer, als zuvor, aber es zeigte auch, wie leicht zu erachten, die Farben um so viel schwächer, und in verkehrter Ordnung, indem da die rothe am obersten, die veilchenblaue hingegen am untersten Ende erschien. Hielt er aber ein weißes Papier ziemlich nahe an das Brennglas, und zwar in diejenige Stelle, die ganz nahe hinter dem Fokus desselben lag: so sah man die zerlegten farbigen Stralen auf diesem Papiere sich wieder vereinigen, indem sie daselbst ein Sonnenbild zeigten, welches weiß oder farbenlos war.

Wo kommen aber jene schönen Farben her, fragte Amalie, und sezte hinzu, daß dieselben doch wohl nicht von dem Prisma herrühren könnten, weil dieses nur weißes Glas wäre, welches doch sonst keine solchen Farben zeigt?

Aber, sagte Karl, in dem Prisma muß dennoch wohl die Ursache dieser schönen Erscheinung liegen, da man ohne dasselbe dergleichen Farben gar nicht siehet?

Man siehet ja, erwiderte Philalethes, dieselben auch im Regenbogen, ob sie gleich dort nicht so hell und glänzend, wie hier, erschei-

nen. Wer wollte aber darum die Regentropfen für lauter Prismen halten? Also ist es bloß die Brechung der Lichtstralen, wodurch dieses anmuthige Phänomen bewirkt wird, und es zeigt sich allenthalben, wo sich das Licht stark bricht. Alle die bunten Farben sind nämlich in dem weißen oder ungefärbten Lichte allezeit schon zugegen, werden aber nur immer dann erst sichtbar, wenn sie sich von einander trennen, und sich mehr einzeln darstellen, welches eben mit Hilfe ihrer Brechung geschiehet. Je stärker sie also gebrochen werden, desto mehr trennen sie sich, und desto besser lassen sie sich von einander unterscheiden; denn das weiße Licht ist bloß aus verschiedenen farbigen Lichtern zusammen gesezt. Nun aber läßt sich das veilchenblaue bei seinem Austritte aus dem brechenden Körper größtentheils weit mehr von seinem Einfallslothe hinweg beugen, als das grüne, und dieses läßt sich abermals größtentheils weit mehr von seinem Einfallslothe hinweg lenken, als das rothe: mithin müssen diese bunten Lichter nach ihrer Brechung aus einander fahrend fort gehen, und sich unsern Augen einzeln darstellen. Es kömmt also nur darauf an, daß man den weißen Stral durch einen durchsichtigen Körper leitet, welcher die farbigen Lich-

ter desselben recht sehr aus einander fahrend oder divergirend macht, und hiezu ist freilich das dreiseitige Prisma hauptsächlich geschikt, obgleich auch die kugelartige Form aller Arten der durchsichtigen Materien dazu angehet, indem nicht nur Glas und Wasser, sondern auch Weingeist, Oehl, Demant, und andere durchsichtige Steine dergleichen Wirkungen hervorbringen, wenn sie die dazu gehörige Gestallt haben.

Aber, versezte Karl, wenn man rothe, gelbe, grüne, hochblaue, und veilchenblaue Farben zusammen mischt: so entstehet ja nie eine weiße, sondern allemal nur eine graue daraus? Ich selbst habe dieses bei meinen, freilich nur schlechten Malereien oft versucht. Also, dächte ich, das gemischte Licht müßte, wenn es wirklich aus diesen Farben zusammen gesezt wäre, vielmehr grau, als weiß erscheinen?

Wenn man, erwiderte Philalethes, die materiellen Farben so rein und schön, wie die Farben des Lichtes, darstellen könnte: so würden sie in gehöriger Verhältniß unter einander gemischt ganz gewiß auch Weiß zum Vorschein bringen. Dergleichen künstliche Farben sind aber in Vergleichung mit Lichtfarben allezeit sehr unrein und schmuzig, sie mögen nun

 an

an sich gleich noch so schön ausfallen: und eben darum läßt sich auch aus ihnen allezeit nur ein schmuziges Weiß, welches grau erscheint, niemals aber ein reines erzeugen. Daß aber aus gedachten bunten Farben des Lichtes wirklich das reinste weiße Licht entstehe, wenn sie unter einander gemischt werden, das habt Ihr ja selbst nur allererst an dem kleinen weißen Sonnenbilde wahrgenommen, welches entstand, als ich die farbigen Stralen durch das Brennglas wieder in den Fokus zusammen drängen, und diesen auf ein weißes Papier fallen ließ?

Indessen kann man doch nicht sagen, daß das weiße Licht aus fünf einfachen farbigen Theilen bestehe; denn der gelbe Theil ist selbst aus Roth und Grün, der hochblaue aus Grün und Veilchenblau zusammen gesezt. Also sind im weißen Lichte eigentlich nur drei einfache Farben zugegen, nämlich die rothe, die grüne und veilchenblaue, da im Gegentheile im gelben nur die rothe und grüne, im hochblauen hingegen nur die grüne und veilchenblaue zugegen ist.

Zwar behaupten fast alle Naturforscher das Gegentheil, indem sie nicht nur den rothen, gelben, grünen, hochblauen und veilchenblauen,

sondern auch den pomeranzengelben, den gelbgrünen, grünblauen, und indigblauen Theil als einfach ansehen: allein folgende Versuche können obigen Saz zur Genüge beweisen und erläutern.

Philalethes ließ jezt aufs neue den einfallenden Sonnenstral durch das Prisma fahren, und stellte das Farbenbild auf der weißen Tafel wieder dar, indem im übrigen weiter kein Licht in den Saal fiel. Aber etliche Fuß weit von der Tafel führte er einen dünnen Bleistift in horizontaler Lage in dem farbigen Strale vor dem Farbenbilde langsam auf und nieder. Dieser dünne Bleistift warf nun, wie leicht zu erachten, immer einen horizontalen schwarzgrauen Schatten auf das Farbenbild: und dieser Schatten war allemal, so oft er auf die gelbe Stelle dieses Bildes fiel, am obern Rande mit einem rothen, am untern hingegen mit einem grünen Saume verbrämt, so, wie er in der hochblauen Stelle allemal oben mit einer grünen, und unten mit einer veilchenblauen Leiste besezt erschien, da er sich doch im Gegentheile im rothen und grünen Lichte sowohl, als in dem veilchenblauen, beständig scharf begrenzt und ohne alle fremdfarbige Schattirung zeigte, wie

dieses alles an dem Bilde Tab. XIV, Fig. 2 zu sehen ist, wo AB den einfallenden weißen Sonnenstral, C das Profil des Prisma, EDF den zerlegten oder farbigen Stral, und EF das Farbenbild bedeutet.

Ferner war auch mitten in gedachter weißen Tafel, welche sich an ihrem Stativ auf- und niederschieben und hinten mit einer Stellschraube veste stellen ließ, ein kleines Loch von der Größe, daß man eine dünne Schreibefeder hindurch schieben konnte. Dieses kleine Loch stellte nun Philalethes zuerst mitten in die rothe Stelle des Farbenbildes, und ließ den hindurchfahrenden rothen Stral hinter dem Loche durch ein zweites Prisma gehen, wo er sich zwar wieder eben so, wie der weiße im vordern Prisma, brach, aber nun keine fremden Farben mehr zeigte, sondern auf einem entgegen gehaltenen weißen Papierbogen ein durchaus rothes kleines Bild entwarf. Stellte er aber das Loch mitten in die gelbe Stelle: so entwarf der hindurchfahrende und im zweiten Prisma gebrochene Stral ein kleines längliches Bild, welches nur in der Mitte gelb, unten hingegen roth und oben grün war. Der grüne Stral gab auf diese Art zum zweiten male gebro-

chen

chen wieder nur ein einfaches Bild, welches durchaus grün war. Aber der hochblaue machte aufs neue ein längliches Bild von drei verschiedenen Farben, indem es nur in der Mitte hochblau, unten hingegen grün und oben veilchenblau erschien. Endlich stellte der veilchenblaue nach der zweiten Brechung abermals nur ein einfaches Bild von reiner veilchenblauer Farbe dar. Diese fünf kleinen Bilder hatten die Gestallt und Farbe derjenigen, welche Tab. XIV mit Fig. 3. 4. 5. 6. 7 bezeichnet sind, nur daß man die eigentlichen Lichtfarben freilich nicht schön und lebhaft genug nachahmen kann.

Hierauf bohrte Philalethes noch ein kleines Loch durch die im Fensterladen eingelassene dünne Bleiplatte, und zwar gerade über dem ersten. Durch dieses fiel nun ein zweiter unzerlegter Sonnenstral herein, welcher jenem ersten zwar stets parallel, aber etwas dicker als dieser war, weil Philalethes das obere Loch mit Fleiß ein wenig weiter als das untere gemacht hatte. Nun stellte er auch ein zweites Prisma über das erste, und gab ihm eben dieselbe horizontale Lage, da sich dann zwei Farbenbilder an der gegen über stehenden Tafel zeigten. Hierauf leitete er erstlich den rothen Theil

des

des untern zerlegten Strales auf die grüne Stelle des obern Farbenbildes, welche dann sogleich vollkommen gelb erschien. Dann leitete er die grüne Stelle des untern Farbenbildes auf die veilchenblaue des obern, und hieraus entstand augenblicklich das lebhafteste und schönste Hochblau. Auf die hochblaue Stelle des obern Farbenbildes ließ er die rothe des untern, und hernach auf die gelbe des untern die veilchenblaue des obern fallen, da dann in beiden Fällen jedesmal die Stelle augenblicklich weiß erschien.

Aus diesen Thatsachen erhellet, fuhr Philalethes fort, zweifelsohne zur Genüge, daß das gelbe Licht aus rothem und grünem, das hochblaue hingegen aus grünem und veilchenblauen bestehet, wie auch, daß im weißen Lichte nur drei einfache farbige Lichter, nämlich das rothe, das grüne und veilchenblaue enthalten seyn können.

Daß aber in den Farbenbildern zwischen der grünen und rothen Stelle sich allemal eine gelbe, zwischen der grünen und veilchenblauen hingegen allemal eine hochblaue zeigen muß, das kömmt daher, weil die drei genannten einfachen Stralen durch eine solche Brechung gleichsam drei Keile bilden, welche sich nie völlig tren-

trennen, und sich nicht gänzlich aus einander spalten, sondern in ihren sehr breiten Rändern stets mit einander vermischt bleiben, so, daß der grüne, der allezeit zwischen dem rothen und veilchenblauen fort gehet, mit seinem breiten untern Rande in dem rothen, mit seinem obern hingegen in dem veilchenblauen liegt. Jeder weiße Lichtstral nämlich, welcher auf der weißen Tafel einen kleinen weißen Lichtkreis bildet, wenn er ungebrochen auf sie fällt, bestehet aus drei andern einfachen Lichtströmen, die durch die Brechung in sofern einzeln dargestellet werden, daß jeder für sich nun kein kreisförmiges Bild mehr an der Tafel machen kann, sondern daselbst ein sogenanntes Oblongum bilden muß, wovon das eine roth, das andere grün, und ein drittes veilchenblau ist, nur daß diese Oblongen allezeit eine Strecke weit gleichsam in einander eingreiffen. Könnte man also diese Oblongen nach der Seite zu trennen, oder aus einander ziehen: so würden sie, wie auf diesem Bilde, Tab. XIV, Fig. 8, erscheinen, wo AB das veilchenblaue, EF das grüne, CD das rothe bedeutet. Allein sie lassen sich so weit nie aus einander ziehen, sondern bleiben immer eine Strecke weit in einander geschoben: und eben darum stellen sie

auch

auch das Bild, Fig. 1, mit allen seinen Farben dar.

Und woher kommen denn, fragte Amalie, die feinen Abstufungen, durch welche die fünf Hauptfarben sich so allmählig in einander verlieren?

Daher, erwiderte Philalethes, weil jedes der angeführten farbigen Oblongen, wegen der beträchtlichen scheinbaren Größe der Sonne, eigentlich aus unendlich vielen länglich gezogenen Sonnenbildern von einerlei Farbe bestehet, und weil diese länglichen Sonnenbilder ebenfalls ein wenig über einander hin geschoben sind, so, daß dieselben nur in der Mitte alle in einander fallen, an ihren untern Enden hingegen stufenweise anfangen, und an ihren obern eben so stufenweise wieder verschwinden, ohngefähr auf die Art, wie in dem Bilde Tab. XIV, Fig. 8 angedeutet ist. Wo sich also nur eine geringe Menge von grünen Oblongen mit vielen rothen vermischen, da entstehet jene pomeranzengelbe Stelle, die zwischen der gelben und rothen liegt. Wo sich aber die rothen allmählig in sämmtlichen grünen verlieren, da erzeugen sie den gelbgrünen Schein, der sich zwischen dem gelben und grünen befindet. Wo ferner

ner nur einige untere Enden der veilchenblauen Oblongen in die sämmtlichen grünen zu liegen kommen, da färbt sich die Stelle zwischen dem hochblauen und grünen grünblau. Und wo endlich die grünen mit ihren obern Enden stufenweise in den veilchenblauen verschwinden, da zeigt sich ein indigblaues Licht, welches daher seine Stelle zwischen dem hochblauen und veilchenblauen einnehmen muß. Wäre aber die Sonne nur ein Punkt, welcher jedoch eben so hell, wie sie, leuchtete: so würde das Farbenbild gar keine solche Abstufungen zeigen, sondern die fünf Hauptfarben allemal scharf abgeschnitten darstellen.

Das wundert mich, sagte Karl, daß die grüne Farbe einfach ist, und nicht aus der hochblauen und gelben bestehen soll, da man doch allezeit ein sehr schönes Grün erhält, wenn man Gelb und Hochblau in gehöriger Verhältniß zusammen mischt. Auch läßt sich nie aus der grünen und rothen eine schöne gelbe Farbe zusammen setzen, indem die Mischung allezeit schmuzig braungelb ausfällt?

Man muß, versezte Philalethes, obige Versuche von der Mischung der Lichtfarben, wie schon gesagt, keinesweges auf Malerfar-

lerfarben anwenden wollen; denn diese sind allemal viel zu grob, und nie rein genug, um die Lichtfarben damit vollkommen nachzumachen. Die verhältnißmäßige Mischung aus blauer und gelber Malerfarbe muß aber deswegen grün ausfallen, weil in der gelben die rothe und grüne, in der blauen die grüne und veilchenblaue, folglich in beiden zusammen die grüne zwei mal vorhanden ist. Rechnet man sie also einmal zu dem rothen und veilchenblauen, mit welchen beiden sie eigentlich Weiß oder Hellgrau giebt: so bleibt noch die zweite grüne allein sichtbar, und hervorstechend. Wollte man aber einen gelben Sonnenstral in einen hochblauen fallen lassen: so würde man freilich das eine grüne Licht nicht gut sehen, und zwar darum nicht, weil das andere grüne mit gedachtem rothen und veilchenblauen ein weißes giebt, welches dann viel stärker, als das einfache grüne ist, und weil ein stärkeres Licht allemal ein schwächeres gleichsam auslöscht.

Philalethes hatte, wie leicht zu erachten, die Läden schon längst von den Fenstern wieder abgenommen. Amalie betrachtete daher die Fensterrahmen durch ein Prisma, und nahm wahr, daß auch diese mit bunten Farben

ben prangten. Wie kömmt es denn, fragte sie, daß an dem einen Rande dieser Querhölzer nur ein rother und gelber, am andern hingegen nur ein hochblauer und veilchenblauer Saum, von dem grünen Lichte aber gar nichts erscheint?

Wenn man, versezte Philalethes, einen dünnen zerlegten Lichtstral sehr nahe hinter dem Prisma auf eine weiße Tafel fallen läßt: so findet man im Farbenbilde, welches dann freilich auch nur ganz klein ist, ebenfalls gar keine grüne Stelle, sondern an deren Statt eine weiße, welche immer desto breiter erscheint, je mehr Breite oder Dicke der einfallende weiße Stral selbst besizt, und welche darum die angrenzenden bunten Stellen doch nicht mit vergrößert. Nun ist aber eine Fenstertafel fast unzählig viele mal breiter und höher, als die kleine Oeffnung im Fensterladen, durch die ein weißer Stral, wie wir vorhin zerlegt haben, herein kömmt: folglich muß auch die mittlere weiße Stelle des Farbenbildes, die ein Lichtstrom von dem Umfange einer ganzen Fenstertafel darstellt, nahe hinter einem eben so großen Prisma unzählig viele mal höher und breiter, als gedachte kleine weiße Stelle erscheinen. Solche große Prismen giebt es aber nicht, und mithin kann auch ein Lichtstrom von sol-

chem Umfange nicht ganz hindurch. Aber da das dünne Querholz zwei über einander stehende Fenstertafeln verbindet, folglich zwei Lichtströme gleichsam begrenzt: so kann die untere horizontale Grenze des obern sowohl, als die obere Grenze des untern, noch gar wohl durch ein gewöhnliches Prisma fahren, und alsdann werden diese Grenzen so in Farben zerlegt, wie an diesem Bilde, Tab. XIV, Fig. 9, zu sehen ist. Hier bedeutet nämlich MN die obere Fenstertafel, NC die untere, N den Querrahm, PRS ein außerordentlich großes Prisma, und AB eine weiße Tafel, welche ganz nahe dabei stehet. Nun läßt jede Fenstertafel für sich einen großen weißen Lichtstrom durch das große Prisma fahren, und jeder derselben bestehet aus drei einfachen Lichtern, davon jedes im Durchmesser eben so groß, als das weiße selbst ist. Aber das rothe wird im Prisma weniger, als das grüne, und dieses weniger, als das veilchenblaue gebrochen. Mithin muß nach der Brechung das rothe des obern Stroms auf der Tafel AB den Raum zwischen 1 und 4 erfüllen, indem das grüne zwischen 2 und 5, und endlich das veilchenblaue zwischen 3 und 6 zu liegen kömmt. Eben das gilt auch von dem untern Strome, wo alles auf dieselbe Weise,

nur

nur aber mit römischen Ziffern bezeichnet ist. Hieraus erhellet also, daß zwischen 1 und 2 sowohl, als zwischen I und II nur die untere Kante des einfachen rothen Lichtes zum Vorschein kommen kann, indem zwischen 2 und 3 oder II und III schon die untere Kante des grünen in das rothe fällt, folglich auf dieser Stelle die Wand gelb färbt. Gleich darüber, das heißt, zwischen 3 und 4 oder III und IV muß also darum weißes Licht erscheinen, weil sich daselbst auch das veilchenblaue in die beiden erstern einfachen hinziehet. Auf gleiche Art verliert sich die obere Grenze des rothen Lichtes beider Ströme bei 4 und IV, so, daß zwischen 4 und 5 und IV und V nur noch eine Kante des grünen im veilchenblauen erscheint, folglich die Stelle hochblau färbt. Bei 5 und V hingegen verliert sich auch das grüne, und läßt mithin zwischen 5 und 6 und V und VI nur noch das veilchenblaue zurück. Da nun aber kein Prisma verhältnißmäßig so groß wie PSR, sondern höchstens nur so groß, wie WZX ist: so erscheinen an der Tafel AB immer nur die beiden mittlern farbigen Kanten, welche bloß durch den Schatten des Fensterrahmes B von einander getrennt, unten und oben hingegen mit weißem Lichte begrenzt sind.

Im übrigen erscheint zwar dieser schmale Schatten unten hochblau und violet, oben hingegen roth und gelb verbrämet, wenn man keinen Sonnenstral durch das Prisma an die Tafel fallen läßt, sondern dasselbe bloß in eben der Lage, wie es hier gezeichnet ist, nahe vor das Auge hält, und gegen die reine heitere Luft hinaus siehet, so, daß man zugleich den gedachten Querrahmen des Fensters dadurch erblikt. Allein das muß nach den sogenannten optischen Gesetzen aus dem, was ich da gesagt habe, gleichfalls nothwendig so erfolgen. Euch sind aber gedachte Gesetze noch unbekannt, und aus diesem Grunde muß Euch auch die deutlichste Erklärung der angeführten Umkehrung jener farbigen Säume noch immer unverständlich bleiben. Daher kann ich Euch weiter nichts davon sagen, sondern nur dieses hiebei noch bemerken, daß jene farbigen Säume allemal desto weniger zum Vorschein kommen, je weniger Brechung der ganze breite Lichtstral selbst leidet, und daß eben daher die vorhin beschriebenen Glaslinsen das weiße Licht bei weitem nicht so gut, als diese dreiseitigen Prismen, in seine bunten Farben zerlegen, indem sie dasselbe, ihrer besondern Gestallt wegen, lange nicht so stark als diese brechen.

Es giebt auch noch eine andere Art, nach welcher die Körper besonders aber die undurchsichtigen, dem Lichte seinen geraden Weg streitig machen, und es in seine Farben zerlegen. Dieses geschiehet vorzüglich da, wo es an den scharfen Kanten derselben vorbei streicht. Hier zeigen sich also die Farben desselben weder durch die Rückstralung, noch durch die Refraktion, sondern bloß durch die sogenannte Inflexion oder Beugung: aber sie erscheinen hier auch lange nicht so deutlich und schön, wie dort, wo sie durch die Brechung sich darstellen.

Außer den Farben des Lichtes giebt es ja noch eine große Menge, die wir an den Körpern selbst wahrnehmen, sagte Karl, und fragte, woher wohl diese ihren Ursprung nähmen?

Ohne Licht, fuhr Philalethes fort, siehet man gar nichts, folglich auch keine Farben: und hieraus ist sogleich klar, daß die Farben der Materien oder der Körper nichts anders, als die von ihnen zurücke geworfenen Lichtfarben selbst sind.

Wo also solche Körper, die im unmittelbaren Sonnenlichte weiß oder grau erscheinen,

von farbigem Lichte erleuchtet werden, da wird sich die Frage sehr leicht beantworten lassen. Nämlich die kahlen Rücken hoher Berge, die Spitzen steiler Felsen, die Gipfel blühender Bäume müssen nothwendig roth und gelb erscheinen, wenn die Sonne des Morgens noch nicht über dem Gesichtskreis erscheint, sondern ihre Ankunft allererst durch den goldenen Glanz der Morgenröthe anmeldet. Alle diese Körper empfangen da nämlich nur gelbes und rothes Licht, und können folglich auch kein anderes zurücke werfen. Wenn wir rothe Kleider tragen, und uns von der Sonne bescheinen lassen: so sehen die Gesichter der Menschen, die vor uns im Schatten stehen, oder die sonst weißen Wände der Stube, worin wir uns befinden, ebenfalls roth aus. Wählt man aber einen grünen Anzug: so erscheinen die nächsten Gegenstände um uns herum grün, und so weiter. Denn in solchen Fällen werden gedachte Gegenstände ebenfalls nur von farbigem Lichte hauptsächlich erleuchtet, und können daher auch nur vermöge dieses farbigen Lichtes vorzüglich sichtbar werden.

Allein nun kann man einwenden, daß bei sogestallten Sachen alle Körper, die von dem

weißen

weißem Sonnenlichte erleuchtet werden, auch nur weiß, nie aber farbig erscheinen sollten: und es fragt sich also, warum doch gleichwohl so viele Körper im weißen Sonnenlichte farbig erscheinen?

Dieses Problem läßt sich freilich nicht bis zur Evidenz auflösen: aber so viel scheint gleichwohl gewiß zu seyn, daß die Ursache davon in der verschiedenen besondern Mischung der Materien, das heißt, in der eigenen Beschaffenheit und Lage ihrer kleinsten Theilchen zu suchen sey, indem diese wahrscheinlich in einigen Arten der Materien eine sehr straffe, in andern eine lockere, und in einigen gar keine Spannung haben.

Im ersten Falle besitzen gedachte kleinsten Theilchen zweifelsohne Kraft genug, dem anprallendem Lichte vollkommen zu widerstehen, und es gänzlich wieder zurücke zu werfen. Mithin müssen die Körper, die aus dergleichen Theilchen bestehen, weiß oder ungefärbt erscheinen, wenn sie von weißem Lichte, gefärbt hingegen, wenn sie von farbigem Lichte erleuchtet werden. Gedachte kleine Theilchen können aber überdieses an der Oberfläche eines Körpers entweder alle in einer Ebene ganz dicht an einander liegen,

so, daß keines über das andere hervorragt, oder sie können an dieser Oberfläche eine unebene und höckerige Lage unter einander haben. Ragt kein Theilchen über das andere hervor: so ist die ebene Oberfläche des Körpers, zu welchem sie gehören, ein Planspiegel, weil sie die parallel einfallenden Lichtstralen alle unter einerlei Winkel reflektiren, und man siehet folglich sie selbst gar nicht, sondern bloß die Bilder der Gegenstände, die sich in ihnen bespiegeln. Ragen aber gedachte kleine Theilchen über einander hervor: so verursachen sie dadurch, daß die Oberfläche des Körpers, zu welchem sie gehören, rauh oder matt ausfällt, mithin im Ganzen genommen keinen Spiegel mehr bildet. Aber für sich allein ist gleichwohl immer noch jedes dieser unermeßlich kleinen Theilchen ein Kugelspiegel, und zwar darum, weil die meisten der allerkleinsten Materientheilchen, die sich von keiner Macht weiter zertheilen oder zerstückeln lassen, wahrscheinlich alle vollkommen glatt und rund sind. Mithin wirft auch jeder dieser unermeßlich kleinen Kugelspiegel unendlich kleine Bilder der umliegenden lichten Gegenstände zurück, und da, zum Beispiele, ein einziges Kreidestäubchen aus vielen Millionen dergleichen undenklich kleinen unordentlich unter einan-

einander liegenden Spiegeln bestehet, welche alle das darauf wirkende Sonnenlicht reflektiren: so wirft es viele Millionen unendlich kleine weiße Sonnenbilder zurück, welche sich aber alle mit einander vermengen, und in unsern Augen bloß einen kleinen weißen Schein bilden, der das Kreidestäubchen vorstellet. Auf eben diese Weise malen sich auch die Wolken und andere lichte Gegenstände auf dergleichen matten Körpern ab, daher sie dann auch schon etwas weniger weiß erscheinen. Läßt man sie endlich gar nur von der Morgenröthe oder andern farbigen Lichtern erleuchten: so bilden die gedachten unendlich vielen kleinen Bilder dieser farbigen Lichter auch gar keinen weißen Schein mehr, sondern bloß einen farbigen.

Haben aber die Theilchen eines Körpers etwa zu wenig Spannung, als erfoderlich ist, um allem Lichte vollkommen zu widerstehen, und es gänzlich wieder zurücke zu werfen: so lassen sie den einen oder den andern farbigen Theil desselben in sich eindringen, und werfen nur den übrigen farbigen Theil zurück, daher sie dann freilich anders nicht als farbig erscheinen können. Wenn sie nämlich den grünen und veilchenblauen Theil des weißen Lichtes einschlucken

und zerstören, so reflektiren sie nur noch den rothen, und erscheinen folglich roth. Dringt aber bloß der veilchenblaue Theil in sie ein: so geben sie den grünen und rothen vermischt zurücke, und erscheinen mithin gelb. Auf gleiche Art müssen sie grün erscheinen, wenn sie bloß den rothen und veilchenblauen Theil, hochblau hingegen, wenn sie nur den rothen, und veilchenblau, wenn sie den grünen und rothen Theil zugleich einsaugen. Purpurfarbig sieht ferner ein Körper aus, wenn er bloß den grünen Theil des weißen Lichtes einsaugt, und also den rothen und veilchenblauen vermischt zurücke giebt. Indigblau erscheint er, wenn er nur einen geringen Theil vom grünen, aber desto mehr vom veilchenblauen reflektirt. Meergrün zeigt er sich, wenn er außer dem grünen auch ein wenig veilchenblaues zurücke giebt, das übrige veilchenblaue aber nebst allem rothem in sich nimt, und so weiter.

Sind endlich die Theilchen eines Körpers gar nicht gespannt, und widerstehen sie daher dem Lichte gar nicht: so dringen alle drei einfache farbige Theile desselben in sie hinnein, und es kömmt gar nichts davon wieder zurück. Mithin kann man dergleichen Körper auch, wie schon

gesagt,

gesagt, gar nicht sehen, das heißt, sie sind schwarz.

Vermengt man einen in den feinsten Staub zermalmten schwarzen Körper mit einem rothen oder gelben, der auch in Staub zermalmet ist: so entsteht eine Mischung, welche rothbraun oder braungelb erscheint. Vermengt man aber schwarzen Staub mit grünen oder blauen oder weißen: so wird man eine stahlgrüne, oder schieferfarbige, oder graue Mischung erhalten, und so ferner.

Hiebei muß ich auch noch bemerken, daß alle Körper desto leichter sich erhitzen, je mehr sie das Licht, wovon sie erleuchtet werden, einsaugen, welches also vermuthlich deswegen geschiehet, weil die kleinsten Theilchen solcher Körper von dem eindringenden Lichte gleichsam erschüttert oder auf andere Weise bewegt werden. Da nun alle dunkelfarbige und schwarzen Körper mehr Licht einsaugen, als die hellfarbigen und weißen: so erhellet sogleich, warum jene im Sonnenscheine sich viel stärker, als diese, erwärmen. Schwarzes trockenes Papier kann man vermittelst eines gewöhnlichen kleinen Brennglases augenblicklich anzünden, da doch das weiße davon fast gar nicht anbrennt, man

müßte

müßte sich denn eines weit größern Brennglases dazu bedienen. Schwarzes Wachs zerfließt im Sommersonnenscheine gar bald wie Wasser, indem das daneben liegende weiße nicht einmal merklich warm wird. Legt man etliche Marmorplatten neben einander vor das Fenster in den Sonnenschein, und streicht man die eine weiß, die andere gelb, die dritte grün, die vierte blau, die fünfte violet, die sechste schwarz an: so findet man etwa nach einer halben Stunde, daß diese ebenfalls desto mehr Wärme angenommen haben, je dunkeler sie sind. Eine gleiche Bewandtniß hat es auch mit schwarzen und andern dunkelfarbigen Kleidern, die uns im Sommer oft so sehr zur Last fallen. Weiße Hüte und weiße oder hellfarbige Kleider sind also uns im Sommer weit besser angemessen, als die dunkelfarbigen und schwarzen.

Aus diesem allen erhellet hinreichend, wie verschiedentlich das Licht unter verschiedenen Umständen auf die Körper wirkt, und wie sehr es dadurch oft selbst entkräftet, verändert, oder gleichsam aufgelöset und zerstöret wird.

Allein ehe ich diese Betrachtung beschließen kann, muß ich Euch noch mit einigen merkwürdigen Erscheinungen bekannt machen, welche

den

den Satz, daß die verschiedenen Farben der sichtbaren Sachen, theils von der besondern Struktur ihrer Oberflächen, theils von der verschiedenen Mischung ihrer Elementartheile abhangen, ganz besonders wahrscheinlich machen.

Es giebt nämlich fürs erste viele Körper, welche verschiedene Farben zeigen, wenn man sie unter einem schiefen Winkel von verschiedenen Seiten betrachtet. Man pflegt sie schielende Körper zu nennen, und hieher gehören die Pfauenfedern, die Halsfedern einiger Tauben, der sogenannte Schielerspath oder Labradorstein, und so weiter. Vermittelst guter Vergrößerungsgläser nimt man wahr, daß dergleichen Körper wenigstens an ihren Oberflachen aus lauter sehr kleinen Körperchen bestehen, welche alle entweder eine pyramiden- oder eine Tafelförmige-Gestallt und einerlei reguläre Lage gegen einander haben, wie an diesen beiden Bildern Tab. XIV, Fig. 10 und 11, abzunehmen ist, wo man nur die rothen Seiten gedachter kleinen Pyramiden oder Tafeln wahrnehmen kann, wenn man linker Hand, und nur die grünen, wenn man rechter Hand schief darauf hinsiehet, indem im Gegentheile entweder die grünen und rothen Seiten zugleich, Fig. 10,

oder

oder nur die dazwischen liegenden Stellen des dunkeln Grundes, Fig. 11, erscheinen, wenn man ganz gerade von oben darauf blikt. Bei geschliffenen schielenden Steinen besitzen die kleinen eckigen Körperchen, woraus die größern Stücken bestehen, etwas Durchsichtigkeit, und geben an der einen Seite gleichfalls nur den rothen und veilchenblauen Theil des weißen Lichtes zurück, wenn sie an der andern bloß den veilchenblauen und grünen reflektiren, wie aus diesem Bilde, Fig. 12, erhellet.

Wenn man ferner einen weißen Sonnenstral durch ein farbiges Glas fahren läßt: so findet man, daß er hinter dem Glase in einer finstern Kammer eben die Farbe hat, welche das Glas oder der Liquor selbst zeigt. Nämlich rothes Glas wirft einen rothen, gelbes einen gelben, grünes einen grünen Lichtstreifen hinter sich, und so weiter. Dieß ist aber ein neuer Beweis, daß viele farbige Körper den einen und andern einfachen farbigen Theil des einfallenden weißen Lichtes wirklich bei sich behalten und zerstören, den übrigen hingegen theils reflektiren, theils hindurch lassen. Denn wenn dergleichen Körper das weiße Licht bloß in seine farbigen Theile zerlegten, und selbige

theils

theils reflektirten, theils hindurch fahren ließen, aber keinen davon zerstöreten; so müßte, zum Beispiele rothes Glas das grüne und veilchenblaue Licht hindurch lassen, und hinter sich einen hochblauen Schein bilden, und zwar darum, weil es roth ist, folglich nur das rothe reflektirt.

Indessen giebt es doch auch gewisse durchsichtige Materien, die das einfallende weiße Licht in der That in seine farbigen Theile zerlegen, ohne den einen oder andern Theil bei sich zu behalten und zu zerstören, indem sie vielmehr den einen hindurch lassen, wenn sie die übrigen zurücke werfen. Hieher gehört vorzüglich die sogenannte Griesholztinktur, welche entstehet, wenn man Griesholz klein raspelt, und auf die Späne reines Wasser gießt. Man muß aber dieses Holz nur, so lange es noch frisch ist, hiezu anwenden; denn das alte, welches man gegenwärtig in den Apotheken gewöhnlich findet, hat weder Saft noch Kraft mehr. Ist aber das Holz gut: so erhält man einen Liquor, welcher, wenn er lange genug angezogen und sich mit Safte gesättiget hat, sich gar sonderbar zeigt. Betrachtet man ihn nämlich in einem Glase gegen das einfallende Wol-

ken-

kenlicht: so erscheint er durchsichtig hochroth. Stellt man sich aber zwischen das Glas und Fenster: so siehet man ihn undurchsichtig hochblau. Man mag das Glas drehen und wenden, wie man will, die hochblaue Farbe zeigt sich dennoch allemal auf der vordern Seite, an welcher die Tinktur erleuchtet wird, indem die rothe allemal nur an der hintern zum Vorschein kommt. Läßt man endlich gar einen weißen Sonnenstral in einer finstern Kammer in diese Tinktur fallen: so fährt von der hintern Seite des Glases ein recht brennend rother Stral fort, indem von der vordern der schönste hochblaue zurücke geworfen wird. Wie dieses alles zugehe, ist auch leicht zu errathen. Das weiße Licht bestehet nämlich aus dem rothen, grünen und veilchenblauen, und in der Griesholztinktur haben die kleinsten Theilchen gerade diejenige Mischung, welche erfodert wird, um das rothe Licht hindurch zu lassen, das grüne und veilchenblaue hingegen zu reflektiren. Daher denn freilich die beiden leztern zusammen ein hochblaues geben, indem bloß das erstere roth und ganz einfach seyn kann.

Auch die verschiedenen Dinten zeigen deutlich, daß ihre Farben von der besondern Mi-

schung

schung ihrer verschiedenen einfachern Bestandtheile und von dem dadurch zerlegten und zerstörten Lichte hauptsächlich abhangen.

Die schwarze bestehet aus zwei verschiedenen Liquoren, die beide einzeln für sich das weiße Licht ziemlich unverändert hindurch fahren lassen, und fast wie reines Wasser aussehen, aber sogleich schwarz und undurchsichtig werden, sobald man sie unter einander gießt. Diesen Versuch könnt Ihr leicht selbst nachmachen. Ihr dürft nur auf gepülverte Galläpfel reines Wasser gießen, und es etwa eine halbe Stunde lang stehen lassen, alsdann aber den Liquor durch Löschpapier seihen. Dieß ist der eine Liquor, welcher kaum etwas gelblich, und ganz durchsichtig wie Wasser ist. Der andere entstehet, wenn man grünen Vitriol in Wasser auflöset, welches davon auch fast gar nicht gefärbt wird. Beide geben aber die schwarze Dinte, sobald man sie zusammen gießt. Schreibt man mit dem einen Liquor auf weißes Papier: so siehet man die Schrift nicht, auch wenn sie trocken ist, sie kömmt aber sogleich zum Vorschein, sobald man etwas von dem andern Liquor vermittelst eines Pinsels darüber streicht. Bestreicht man sodann diese schwarze Schrift mit Zitronensaft, oder

mit einer andern scharfen Säure: so verschwindet sie aufs neue, und bekanntlich pflegt man auch die Dintenflecken aus der Wäsche mit solchen Säuren zu vertilgen.

Auf gleiche Art bleibt auch eine Schrift unsichtbar, welche man mit Weinessig, worinne Bleiglätte aufgelöset ist, geschrieben hat, und wird nur dann schwarz, sobald man sie mit einem Liquor bestreicht, welcher entstehet, wenn man gepülvertes Operment und ungelöschten Kalch in reinem Wasser kocht. Aber der Dunst und Geruch dieses leztern Liquors ist auch so fein und stark, daß er sogar durch dicke Bücher dringt, und jede mit solcher Bleisolution geschriebene Schrift schon in einer beträchtlichen Entfernung schwärzt.

Läßt man endlich ein wenig Kobaldkönig in Scheidewasser auflösen, und wirft man sodann etwas Kochsalz in die Auflösung: so bekömmt man einen durchsichtigen Liquor, der wie reines Wasser aussiehet, und mithin auch keine sichtbare Schrift giebt, wenn man damit schreibt. Allein diese Schrift wird gleichwohl allemal schön grün und leserlich, so oft man den Zettel auf den warmen Ofen legt, oder über ein Kohlen-

lenfeuer hält, und verschwindet auch allemal wieder, so oft sie erkaltet.

Bei der schwarzen Dinte lassen also beide einzelne Liquore für sich das weiße Licht unzerstört hindurch. Sie verschlingen es aber gänzlich und lassen nicht nur nichts davon hindurch, sondern werfen auch nichts zurücke, sobald sie sich mit einander vermischen. Bleisolution hingegen färbt sich von der Opermentsolution deswegen schwarz, weil diese leztere dem erstern etwas von ihren Bestandtheilen giebt, welche das aufgelösete Blei in Gestallt eines feinen schwarzen Pulvers wieder herstellen. Was endlich die Kobaldauflösung betrifft: so verschwindet ihre grüne Farbe in kalter Luft bloß deswegen, weil sie da allemal ein wenig Feuchtigkeit an sich ziehet, welche durch die Erwärmung sogleich wieder davon gejagt wird, indem sie an sich stets nur grünes Licht zurücke giebt, wenn sie gar keine wäßrigen Theile enthält. Hieraus ist aber, deucht mich, vollkommen klar, daß die Ursache, warum verschiedene Körper und Materien verschiedene Farben reflektiren, oder hindurch lassen, hauptsächlich in der verschiedenen Mischung ihrer einfachern Bestandtheile, und in den verschiedenen anziehenden Kräften

der Atomen gedachter einfachern Bestandtheile liegen muß.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß die oben beschriebenen Liquores den Namen der sympathetischen Dinten führen, deren es, außer den hier gedachten noch einige andere giebt, welche wir aber der Kürze wegen übergehen. Denn wir müssen nun die Betrachtung des Lichtes verlassen, und wollen morgen zur Elektricität fortschreiten, sezte Philalethes hinzu, und ließ für heute seine beiden jungen Freunde von sich.

---

# Ein und zwanzigste Unterhaltung.

## Von der Elektricität.

Was Elektricität heiße, fuhr Philalethes nach einigen Tagen wieder fort, ist zwar schon bei Betrachtung der Sonne erkläret worden: allein die Lehre von den hieher gehörigen Phänomenen ist zu wichtig, und stehet gegenwärtig in einem zu großen Rufe, als daß wir eine nähere Bekanntschaft mit ihr vermeiden können. Aus ihr lassen sich die Gewitter, die Nordlichter, die Orkane und Wirbelwinde, die Wasserhosen, und verschiedene andere merkwürdige Naturbegeben-

heiten,

heiten, die den Gelehrten vor einem halben Jahrhunderte noch unerforschliche Geheimnisse zu seyn schienen, ganz füglich erläutern. Sie hat uns ferner die Mittel an die Hand gegeben, durch welche wir den Bliz leicht von unsern Gebäuden ableiten, und uns vor ihm in Sicherheit setzen können. Ja man hat sogar die Elektricität angewandt, schwere Krankheiten damit zu heilen, und zwar zuweilen mit augenscheinlich gutem Erfolge, zuweilen aber auch zum Nachtheile der Kranken, je nachdem die Aerzte die Natur der Krankheiten, die sie damit heilen wollten, gekannt haben, oder nicht.

Fragt man, worinne denn das Wesen der Elektricität eigentlich bestehe: so hält es freilich wieder sehr schwer, gründlich darauf zu antworten, oder etwas zuverläßiges davon zu sagen, und zwar darum, weil wir Menschen hier auf Erden die Grundursachen der Naturbegebenheiten nie hinlänglich ergründen, vielweniger allemal unsere Gedanken darüber deutlich ausdrücken können. Aber dieses darf uns dennoch nicht hindern, den Wirkungen der Natur nachzuspähen, und unsere dadurch erlangten geringen Kenntnisse zu unserm Nutzen anzuwenden, ohngeachtet wir die lezten Urkräfte, durch welche

sie hervorgebracht werden, weder hören, noch sehen, noch sonst mit unsern körperlichen Sinnen wahrnehmen.

Philalethes hatte schon vorher eine gläserne Röhre, die nur etwa eines guten Daumens dick, aber wohl zwei Fuß lang war, nahe an den Ofen gelegt, um die Feuchtigkeit von ihr abzuhalten. Diese rieb er jezt eine Weile mit einem trockenen wollenen Lappen, und gebrauchte dabei die Vorsicht, seinen Athem davon hinweg zu hauchen, weil dieser allezeit feucht ist, und eben darum den Versuch etwas hindert, wenn er die Röhre berühret. Auf den Tisch hatte er ein Häufchen feinen Sand mit untermengten feinen Papierschnittchen und Feilspähnen gelegt. Ueber diesem Häufchen bewegte er nun die geriebene Röhre in einer geringen Entfernung hin und her: und siehe, die Sandkörnchen, die Papierschnittchen, die Feilspähne, hüpfeten gegen die Röhre in die Höhe, und fuhren, nachdem sie einige Augenblicke daran veste gehangen hatten, sofort wieder gegen den Tisch zurück. Hier blieben sie aber noch nicht liegen, sondern hüpfeten aufs neue an die Röhre, um abermals herab zu springen, und so dauerte dieses abwechselnde Aufhüpfen und Abspringen eine geraume Weile ununterbrochen fort.

Hier.

Hierauf machte Philalethes die Stube finster, indem er Läden vor die Fenster sezte, und ließ Karln mit seinen Fingerknöcheln über die aufs neue geriebene Glasröhre hinfahren. Als dieses geschah, da spritzten aus den Stellen, an welchen Karl hinfuhr, allenthalben kleine leuchtende Funken hervor, die ihn ein wenig in die Finger stachen, und mit einem schwachen knisternden Schalle sogleich wieder verschwanden.

Hieraus erhellet, sagte Philalethes, daß geriebenes Glas nicht nur mancherlei nahe dabei befindliche kleine Körperchen wechselsweise an sich ziehet, und von sich stößet, sondern auch knisternde Funken von sich sprizt, wenn man es berühren will. Alle diese Erscheinungen, nämlich das abwechselnde Anziehen und Abstoßen, nebst jenen hervorbrechenden und knisternden Funken, pflegt man nun elektrische Erscheinungen, oder auch schlechthin Elektricität zu nennen. Das Anziehen und Abstoßen haben schon die Alten an dem Bernsteine wahrgenommen. Die leuchtenden Funken hingegen hat zuerst Gilbert, ein englischer Arzt, vor etwa zwei hundert Jahren bemerkt, und hiedurch gleichsam den Grund zu der Lehre von der Elektricität gelegt, auf welchen aber nur erst seit ohngefähr

einem halben Jahrhunderte recht eifrig weiter fort gebauet worden ist.

Außer dem Glase giebt es noch eine große Menge anderer Materien, welche die nämlichen Wirkungen äußern und eben dieselben Erscheinungen zeigen, wenn man sie reibt. Man pflegt sie daher auch zum Unterschiede von andern, woran man solche Phänomene nicht wahrnimt, elektrische Körper zu nennen, und hieher gehören, wie gesagt, nicht nur alle Glasarten, sondern auch alle Edelsteine, jedes Harz oder Pech, der Bernstein, Siegellack, Schwefel, Holz, welches im Backofen gedörret ist, Wachs, Wolle, Seide, Federn, Haare, Papier, Zucker, trockene Luft, Oehl, Asche, und alle trockene Steine, nur daß die leztern Gattungen dieser hier angeführten Sachen gedachte Wirkungen schwächer, als die erstern, zeigen. Glas besizt jedoch in verschiedener Hinsicht vor allen übrigen den Vorzug, daher man denn auch dasselbe zu dergleichen Versuchen vorzüglich und insgemein wählet. Auch pflegt man es nur selten bloß mit Händen zu reiben, weil dieses Reiben, wie Ihr gesehen habt, sehr geschwind geschehen muß, und weil es bei größern Versuchen die Arme zu sehr ermüdet. Man spannt

also

also das Glas in eine Maschine, wo sich dasselbe nicht nur an einem besondern Kissen auf eine bequeme Weise reibt, sondern auch sehr geschwind umläuft: und eine solche Vorrichtung pflegt man eine Elektrisirmaschine zu nennen.

Philalethes führte jezt Amalien und Karln zu einem seiner Freunde, der eine solche Maschine nebst zugehörigem Apparat besaß, und sezte seinen Unterricht folgendergestallt fort.

Das vornehmste Stück, oder das Glas, hat bei dergleichen Maschinen gewöhnlich die Gestallt eines ziemlich großen hohlen Cylinders, Tab. XV, Fig. 1, welcher inwendig mit zerlassenem Terpentin und Pech überzogen und an beiden offenen Enden mit starken aufgekütteten Kappen, in deren Mitte sich die Zapfen A und B befinden, versehen ist. An dem einen Zapfen ist ein Würtel, um welchen die Schnure des Rades geschränket wird, wenn man es in die Maschine spannt — Man sehe Tab. XV, Fig. 2, nach, wo nun A das eingespannte Glas, und B das Rad vorstellt — An dem Glase liegt hier ein ledernes Kissen, welches mit Pferdehaaren ausgestopft, und hinten an ein ausgeschweiftes Bretchen bevestiget ist. Am Rücken dieses Bretchens befinden sich ein paar starke

Stahlfedern, durch deren Hilfe das ganze Kissen an dem hölzernen Aufsatze einer starken gläsernen Säule C veste sizt. An der vordern Seite hingegen ist in das Leder etwas Amalgama mit zerlassenem Schweinsfette eingerieben. Drehet man also nun das Rad geschwind genug: so reibt sich das Glas an dem daran liegenden Kissen sehr stark, und giebt eine Elektricität, welche alle vorhin angeführte Phänomene in einem viel höhern Grade zeigt.

Was ist Amalgama? fragte Karl.

Eine Mischung aus Quecksilber und einem andern Metalle, versezte Philalethes. Das Quecksilber, fuhr er fort, ist gleichsam das Wasser der Metalle, wie ich schon vor einigen Monathen gezeigt habe. Daher macht es dieselben eben so, wie Wasser den harten Thon, weich, und stellt sodann damit eine ziemlich weiche Masse dar, die man Amalgama oder Quick nennet. Nur das Eisen widersezt sich demselben standhaft, und kann daher nur mit vieler Mühe nach und nach damit verquicket werden. Aber hier ist bloß die Rede von demjenigen Amalgama, welches aus Quecksilber und Zinn bestehet, und an dessen Statt man also auch die von alten zerbrochenen Spiegeln abgeschabte Spiegelfolie

gebrau-

gebrauchen kann. Doch wir kehren zu der Elektricität selbst wieder zurück.

Philalethes hatte einen langen mössingnen Stab in eine gläserne Flasche gestellet, welche zur Hälfte mit Wasser gefüllet war. Diese Flasche näherte er dem gedachten Glascylinder dergestallt, daß der Stab mit seinem obern Ende ihn beinah berührte, indem er das Rad zugleich umdrehen ließ: und nun äußerte der Stab eben die elektrischen Wirkungen, die man an dem geriebenen Glase selbst wahrnahm.

Also muß wohl, sagte Philalethes, das Glas von seiner Elektricität etwas dem Stabe mittheilen, und ihn dadurch auch elektrisch machen. Denn er wird keinesweges elektrisch, wenn man ihn selbst reibt, sondern bloß, wenn man ihn mit geriebenem Glase oder Harze und andern dergleichen Materien, die durch Reiben elektrisch werden, in Verbindung sezt. Aus diesem Grunde wird seine Elektricität auch nur die mitgetheilte genannt, so, wie im Gegentheile die Elektricität des Glases, der Seide, des Harzes, und so weiter, den Namen der ursprünglichen führet.

Man pflegt aber alle Körper, welche nur durch die Mittheilung, und nie durch Reiben elek-

elektrisch werden, leitende Körper, oder auch geradehin Leiter zu nennen, weil sie die ursprüngliche Elektricität von den geriebenen glas- oder harz- artigen Körpern bloß annehmen, und an sich fortleiten, wiewohl hierin noch ein großer Unterschied zwischen ihnen Statt findet, indem einige dieselbe sehr gut und leicht, andere hingegen schlecht und schwach annehmen. Gold ist unter allen Materien der beste Leiter, hernach folgt Silber, dann Kupfer, Mössing, Eisen, Zinn, Quecksilber, Blei, Zink, Spießglanzkönig, Aerz, Kohlen, Wasser, Eis, Schnee, Salz, Rauch, und Wasserdampf, welcher leztere unter allen vorhergehenden Materien am schlechtesten leitet.

Bei den Elektrisirmaschinen bereitet man den Leiter gewöhnlich aus Mössingblech, oder auch wohl aus Holz, welches man mit Stanniol belegt, und zwar darum, weil diese Materien ziemlich wohlfeil sind, und gleichwohl fast eben so gut, als Gold und Silber leiten. Man giebt ihn, wie Ihr da sehet — Tab. XV, Fig. 2 — die Gestallt einer langen weiten Röhre, welche an ihren beiden Enden abgerundet ist, und nirgends mit scharfen Ecken oder Spitzen versehen seyn darf, ausgenommen am vordern Ende —

bei

bei E — wo er gleichsam einen gegen den Glascylinder gerichteten mössingenen Kamm hat. Mit seinen Füßen hingegen muß er entweder in Pech ruhen, oder die Füße müssen aus gläsernen Säulen bestehen. Stehet oder liegt er selbst auf einem leitenden Körper: so kann er gar keine Elektricität zeigen, man mag nun das Rad so schnell, als man will, umdrehen; denn sie verbreitet sich aus dem Glascylinder nicht nur durch diesen Leiter, sondern auch durch alle andere leitende Körper, die ihn berühren, und mithin verliert sie sich durch das ganze Haus, ja durch den ganzen Erdboden, weil dieser ebenfalls großen Theils aus leitenden Materien bestehet. Glas, Pech, Seide und alle andere Materien, welche durch Reiben elektrisch werden, verhindern aber diese Ausbreitung, indem sie durch die gedachte Mittheilung keine Elektricität annehmen, folglich dieselbe keinesweges durch sich hindurch lassen, sondern sie vielmehr zurück halten, und gleichsam verstärken. Daher kömmt es nun, daß der gedachte Leiter von allen andern leitenden Materien abgesondert, das heißt, isolirt seyn muß, wenn er die gehörigen Wirkungen äußern soll. Isoliren heißt also in der Lehre von der Elektricität, wo dieses Wort sehr oft vorkömmt, nichts weiter, als die unmittelbare

Be-

Berührung zweier leitender Körper aufheben, und solches geschiehet allemal dadurch, daß man einen nichtleitenden, der aber nur dicke und groß genug dazu seyn muß, dazwischen bevestiget. Der menschliche Körper, zum Beispiel, ist ein Leiter. Will man sich also isoliren: so muß man auf einen Schemmel treten, welcher hohe gläserne Füße hat, oder man muß einen dicken Pechkuchen unter die Füße legen, oder man muß in einem seidenen Netze schweben, und so weiter. Eben so sagt man auch, ein Kork- oder Metall-Kügelchen sey isolirt, wenn es frei an einem seidenen Faden hängt, oder auf Glase liegt, ohne sonst irgendwo anzustoßen.

Philalethes zeigte nun seinen beiden jungen Freunden verschiedene elektrische Spiele, die sich auf das Anziehen und Abstoßen der Elektricität gründen. Zuerst hängte er eine mit Stanniol belegte Pappenscheibe vermittelst einer messingenen Kette an den Leiter horizontal auf, und legte gerade darunter eine andere von eben der Art, so, daß beide etwa nur vier Daumenbreiten von einander entfernt waren, wie Tab. XV, Fig. 2, zeigt, wo diese beiden Scheiben sich mitten unter dem ersten Leiter befinden. Auf die untere Scheibe legte er etliche kleine ausge-

schnit-

schnittene papierne Puppen, und ließ das Rad umdrehen, da dann diese sogleich zwischen den Scheiben mit großer Geschwindigkeit herum hüpfeten, und in diejenige lächerliche Bewegung geriethen, die man den elektrischen Tanz nennet.

Hierauf zeigte er ihnen ferner das bekannte elektrische Cymbelspiel, welches in angeführter Figur bei G am Leiter hängt. Es bestehet aus drei kleinen Glocken, davon die beiden äußersten vermittelst feiner Ketten von dem ersten Leiter herabhangen, indem die mittlere nur vermittelst einer dünnen seidenen Schnur daran bevestigt ist. Mitten zwischen diesen kleinen Cymbeln hangen ferner zwei kleine mössingene Klöppel an seidenen Fäden herab, welche sofort von den Glöckchen wechselsweise angezogen und abgestoßen werden, folglich das Cymbelspiel darstellen, sobald man das Rad umdrehet, und nahe unter den mittlern Cymbel den Finger oder einen andern leitenden Körper hält. Bedient man sich Statt jener mössingenen Klöppel kleiner aus Kork geschnizter Spinnen, und hängt man die Cymbel, an deren Stelle jezt jedoch auch andere leitende Körper gebraucht werden können, etwas weiter auseinander: so hat man

die sogenannten elektrischen Spinnen, welche sich immer hin und her schwingen, und mithin gleichsam ihre Netze zu spinnen scheinen.

Dann sezte Philalethes Läden vor die Fenster, um die Stube finster zu machen, und schritt zu andern Versuchen fort, welche vorzüglich das elektrische Licht betrafen.

Anfänglich richtete er einen zugespizten möſsingenen Stift in der Entfernung eines halben Fußes gegen den elektrisirten Leiter: und es erschien an der Spitze desselben ein kleiner leuchtender Stern, Tab. XV, Fig. 3, welcher bloß desto heller erschien, je näher die Spitze an den Leiter kam, an Größe hingegen gar nicht wuchs. Als aber Philalethes diesen Stift mit seinem stumpfen Ende in ein am Leiter befindliches kleines Loch gesteckt hatte, da erschien am zugespizten Ende desselben kein Stern mehr, sondern gleichsam eine feurige Ruthe, ohngefähr so, wie Tab. XV, Fig. 4, vorstellet. In diese leuchtende Ruthe hielt Philalethes die Spitze der Flamme eines Wachslichtes Fig. 5, und man sah deutlich, daß er sie wie ein sanfter Wind fortbließ.

Bisher war das Reibzeug, Fig. 2, nicht isolirt, indem von dem Brete K, welches mit Staniol

niol belegt war, eine Kette bis auf den Fußboden herab hieng. Nun aber isolirte Philalethes das Reibzeug, das heißt, er nahm diese Kette ab, und hieng sie dafür bei G an den Leiter, welcher also dadurch mit dem Erdboden in Verbindung kam, folglich jezt nicht mehr isolirt war. Hierauf richtete er gedachten Stift gegen das belegte Reibzeug, und zwar gerade so, wie vorhin gegen den Leiter: und siehe, jezt erschien keinesweges der lichte Stern, Fig. 3, sondern der leuchtende Pinsel, Fig. 4, an der Spitze desselben, welcher die Flammenspitze einer Kerze auch eben so, wie Fig. 5 angedeutet ist, fortbließ, indem sich der gedachte Stern im Gegentheile dann erst am Stifte zeigte, wann er ihn mit seinem stumpfen Ende in das dazu passende kleine Loch des Kissenbreres gesteckt hatte.

Hieraus erhellet, sagte Philalethes, daß die Elektricität aus dem elektrisirten Leiter durch den zugespizten Stift von innen heraus bricht, und wie ein Wind gegen die entfernten leitenden Körper strömt, so, wie sie im Gegentheile in das elektrisirte Reibzeug von außen hinnein fähret. Beide Wirkungen sind also in Hinsicht auf ihre Richtung einander gerade entgegen gesezt, und heißen daher entgegengesezte Elektricitäten, indem

die hervorbrechende den Namen der positiven oder glasartigen, die hinneinfahrende hingegen die Benennung der negativen oder harzartigen führet. Von einem Körper, welcher zu viel Elektricität besizt, als daß dieselbe nicht aus ihm hervor brechen sollte, sagt man daher auch, er sey positiv oder bejahend elektrisch, so, wie er im Gegentheile negativ oder verneinend elektrisch genannt wird, wenn er von diesem Wesen zu wenig besizt, und mithin andern um ihn herum befindlichen Körpern welches entziehet, folglich dasselbe von außen in sich saugt. Hat aber ein Körper weder mehr noch weniger von diesem Wesen, als er braucht, oder als andere um ihn herum befindliche Materien: so stehet er in Rücksicht auf angeführte Wirkungen mit leztern im Gleichgewicht, und kann mithin gar keine elektrische Phänomene zeigen. Daher sagt man auch von ihm: seine Elektricität sey Null, oder diese verhalte sich gegen andere Körper vollkommen unthätig.

Da obige Erscheinungen des elektrischen Lichtes vorzüglich im luftleeren Raum sehr deutlich und schön erscheinen: so zeigte Philalethes seinen lieben jungen Freunden auch die Versuche mit dem leuchtenden Leiter, welcher auf der hie-

her-

hergehörigen Tafel Fig. 2 bei D und F abgebildet ist.

Will man sich einen solchen Leiter verfertigen: so küttet man auf die beiden Enden einer etwas weiten Glasröhre mössingene Kappen, davon die eine mit einem eingelöteten Ventile versehen seyn muß, auf das man die Röhre an die Luftpumpe schrauben und luftleer machen kann. Auch wird mitten in jede Kappe ein mössingener Stift gelötet, welcher an seinen Enden mit stumpfen Knöpfchen versehen ist.

Also stellte Philalethes diese luftleere und auf einem gläsernen Fuße isolirte Glasröhre mit ihrem vordern Stifte zuerst ganz nahe an den isolirten Leiter bei G, und ließ von ihrem hintern Ende bei D eine Kette auf den Fußboden herab fallen, indem zugleich auch das Reibzeug mit lezterem noch in Verbindung stand. Als man nun das Rad umdrehete, und alles finster gemacht hatte: da sah man, daß die Röhre fast allenthalben mit feurigen Ruthen erfüllet wurde, welche aus dem Knöpfchen des vordern Stiftes hervor strömten, und sich erst wie die Reißer eines Besens ausbreiteten, dann aber in das Knöpfchen des hintern Stiftes wieder zusammen fuhren.

Hierauf stellte er diese Glasröhre, bei F, mit ihrem vordern Stifte gegen das Reibzeug, welches er jezt isolirte, indem er dafür von jenem ersten Leiter bei G eine Kette auf den Fußboden herab fallen ließ: und nun zeigten sich im Finstern zwar die nämlichen Phänomene wieder, aber in der gerade entgegen gesezten Richtung; ich sage, die feurigen Ruthen brachen jezt aus dem Knöpschen des hintern Stiftes hervor, und blizten gegen den vordern Stift hin, aus welchem sie sodann, wiewohl ziemlich unbemerkt, in das Reibzeug selbst überschlugen.

Merkt Euch diese schönen elektrischen Phänomene, denn auf sie gründet sich die Erklärung der Nordscheine, sagte Philalethes, und fuhr in seinem Vortrage wieder folgendermaßen fort.

Aus allen diesen Versuchen erhellet hinlänglich, daß das isolirte Reibzeug einer solchen Maschine beim Elektrisiren allezeit negativ, der erste Leiter hingegen sowohl, als der Glascylinder selbst, allemal positiv elektrisch werde; denn dieser hat stets mehr Elektricität, als er braucht, um andern in der Nähe befindlichen Körpern den erfoderlichen elektrischen Widerstand zu leisten, und strömt mithin seinen Ueberfluß von sich aus,

da im Gegentheile jenes beständig welche von den umliegenden Körpern einsaugt, folglich selbst weniger hat, als es bedarf, so lange man es nämlich elektrisirt.

Doch dürft Ihr keineswegs glauben, daß nur ein isolirtes Reibzeug negativ elektrisch werde, oder daß diese Elektricität bloß durch die Mittheilung entstehe: denn es giebt auch viele Körper, welche dieselbe ursprünglich zeigen, folglich durch das Reiben selbst negativ elektrisch werden, und hieher gehören außer dem Schwefel vorzüglich Siegellack und überhaupt alle Harzarten, an welchen man dieselbe zuerst beobachtet, und ihr deswegen auch den Namen der Harzelektricität beigelegt hat, so, wie im Gegentheile die positive darum den Namen der Glaselektricität führet, weil sie zuerst vorzüglich am Glase bemerkt worden ist. Auch muß man wissen, daß die Elektricität oft bei einem und eben demselben Körper bald positiv bald negativ sich zeigt, je nachdem er mit einem Reibzeuge von dieser oder einer andern Materie gerieben wird. So wird zum Beispiel glattes Glas allezeit positiv, man mag es reiben, womit man will, nur Katzenpelz ausgenommen, als womit es negativ wird. Mattgeschliffenes Glas hin-

gegen wird schon, mit wollenem Zeuge oder auch mit Papier gerieben, negativ. Und überziehet man das Reibzeug mit Gold oder Silber-Papier, oder auch mit Stanniol: so wird sowohl das matte Glas, als jedes Harz positiv, da doch lezteres fast von allen andern Materien bloß negativ elektrisch wird.

Allein welche von beiden Elektricitäten man auch immer erregen mag: ihre Wirkungen sind im übrigen dennoch einerley, wiewohl oft sonderbar genug, auch können beide zu einerlei Stärke gebracht werden.

Wenn man zwei Körpern, die nahe genug bei einander hangen, und isolirt sind, einerley Elektricität ertheilt: so stoßen sie einander von sich, da sie doch im Gegentheile einander anziehen, wenn sie entgegen gesezt elektrisch werden, oder auch wenn man bloß den einen, den andern hingegen gar nicht, elektrisirt.

Mithin mußten die kleinen papiernen Puppen vorhin bloß deswegen hüpfend herum tanzen, weil sie anfänglich gar nicht elektrisch waren, folglich gegen die elektrisirte Scheibe, die am Leiter hieng, in die Höhe fahren mußten. Hier nahmen sie augenblicklich einen Theil der Elektricität aus dieser obern Scheibe in sich, und

wurden

wurden daher eben so bejahend, wie er, elektrisch, daher sie sofort gegen die untere Scheibe wieder zurücke fuhren. Dieser theilten sie nun die oben herab geholte Elektricität mit, und wurden daher, in Betrachtung der obern, aufs neue verneinend elektrisch, das heißt: sie mußten abermals gegen diese in die Höhe hüpfen, indem diese sie an sich zog, und ihnen etwas von ihrem Ueberflusse abgab. Dieses abwechselnde Anziehen und Abstoßen mußte also freilich so lange dauern, als das Maschinenrad im Gange blieb, weil dadurch dem Leiter und der obern Metallscheibe beständig welche zugeführet wurde. Denn durch dieses Drehen pumpet man gleichsam die Elektricität aus dem Erdboden durch das Reibzeug an das Glas, von welchem sie sodann der erste Leiter durch seine mössingenen Spitzen sofort gleichsam mit Gewalt einsaugt. Hat man also das Reibzeug isolirt: so muß es nothwendig sehr bald negativ elektrisch werden, weil ihm dann keine Elektricität aus dem Erdboden zugeführet wird, und weil seine eigene in den Leiter übergehet. Erhält man diesen lezten auch isolirt: so zeigt er sich zwar noch positiv, aber nur sehr schwach.

Auf obige Weise leiteten auch die kleinen Klöppel des Cymbelspiels die positive Elektricität

von den beiden äußersten Cymbeln gegen den mittlern, von welchem sie der daran gehaltene Finger einsog, und weiter fort in den Erdboden leitete. An seidenen Fäden hiengen beide Klöppel aber deswegen, weil sie isolirt seyn mußten, und weil sie außerdem die Elektricität vom Leiter selbst empfangen, folglich von den Cymbeln sie nicht abgeleitet hätten.

Man hat auch Kügelchen aus Kork oder Holundermark, welche paarweise an feinen leitenden Fäden auf isolirenden Stativen neben einander herab hangen, und also hauptsächlich dazu dienen, daß man sehen kann, ob zwei elektrische Körper, welche damit in Verbindung stehen, entweder einerlei, oder verschiedene Elektricität haben: denn sie weichen von einander zurück, so lange sie einerlei erhalten, und hängen sich an einander, so lange das eine positiv, das andere eben so stark negativ elektrisiret wird.

Man sehe Tab. XV, Fig. 2 nach, wo bei P ein paar solche Kügelchen die beiden entgegen gesezten Elektricitäten des isolirten Reibzeuges und isolirten Leiters anzeigen, und wo sie sich wie S und S auseinander halten würden, wenn Reibzeug und Leiter einerlei Elektricität hätten.

Phi-

Philalethes erklärte nun auch des Herrn Henley sogenanntes Elektrometer, welches Tab. XV, Fig. 2 auf dem ersten Leiter am hintern Ende stehet. Es bestehet aus einem glatten buxbaumenen Stäbchen, welches oben rund abgedrechselt, und unten mit einer vergoldeten, oder auch nur mit Stanniol belegten Kugel versehen ist, an deren untersten Stelle ein Stift hervor stehet, womit man das Ganze in ein dazu passendes Loch auf den Leiter stecken kann. Gleich über der Kugel krümmt sich ein Gradbogen von Elfenbein am Stäbchen in die Höhe, von dessen Mittelpunkte O ein Korkkügelchen an einem feinen leicht beweglichen elfenbeinern Stifte mit gedachtem buxbaumenen Stäbchen parallel herab hängt, und beim Elektrisiren um desto mehr Grade nach Q in die Höhe steigt, je stärker die Elektricität erregt wird.

Ferner zeigte er auch die Wirkungen des elektrischen Hebers, der Tab. XV, Fig. 2 bei R am Kamme des ersten Leiters herab hängt. Er bestehet aus einem blechernen Gefäße, in dessen Boden zwei an beiden Enden offene enge Röhrchen eingelötet sind, und inwendig durch das ganze Gefäße in die Höhe reichen, von dannen aber beinahe bis an den Boden desselben sich

wieder herab krümmen. Gießt man daher das Gefäße voll Wasser: so kann vermöge der hydrostatischen Gesetze noch nichts davon herauslaufen. Saugt man aber ein wenig an den untern hervorstehenden Enden der gedachten Röhrchen, ohne zugleich das Rad umdrehen zu lassen: so fängt es an zu laufen, wie bei jedem andern Heber, jedoch, wegen der sehr geringen Weite der Rörchen, nur tropfenweise, und nach der parallelen Richtung RT, da es im Gegentheile, sobald man das Rad umdrehet, sogleich viel stärker fließt, und zwei dünne Stralen bildet, welche nach RW auseinander gehen. Ja das elektrisirte Wasser schlägt eben so gut Funken gegen andere leitende Körper, die ihm zu nahe kommen, als der elektrisirte menschliche Körper, und man kann daher an dem Wasser vermittelst seiner elektrischen Funken sogar brennbare Luft und andere sehr brennbare Materien anzünden.

Dieß alles zeigte und erklärte Philalethes ausführlich, und fuhr sodann in seinem Vortrage aufs neue folgenderweise fort.

Wenn man bei trockener und kalter Witterung zwei gleich große Korkkugeln, die mit Stanniol recht glatt belegt sind, in einer großen Entfernung von einander an seidenen Fäden aufhängt,

hängt, und eine davon positiv, die andere aber negativ so lange elektrisirt, bis keine Elektricität mehr aus dem Leiter in sie überströmt: so sagt man, man lade die Kugeln, und man darf sie dann nur an ihren seidenen Fäden bis auf einige Daumenbreiten an einander bringen, um zu sehen, wie sie beide ihre Elektricität auf einmal verlieren, indem sie plötzlich von selbst vollends zusammen fahren, und einen kleinen Funken schlagen, oder sich entladen, worauf sie sofort ganz ruhig werden, und keine Elektricität mehr zeigen. Sollen sie dann einander aufs neue anziehen: so muß man sie wieder, wie zuvor, entgegengesezt laden, und nun entladen sie sich auch wieder so, wie vorhin.

Nämlich die beiden entgegen gesezten Elektricitäten dämpfen oder vernichten gleichsam einander, wenn sie zusammen kommen und einander an Stärke gleich sind, welches aber auch, wie leicht zu erachten, anders nicht möglich ist, weil der positive Körper alsdann gerade so viel Elektricität übrig hat, als dem negativen mangelt, folglich an diesen gerade seinen ganzen Ueberschuß abgeben muß, um sowohl sich selbst, als auch diesen zweiten, mit allen übrigen in der Nähe herum befindlichen Körpern gleichsam

ins

ins Gleichgewicht zu setzen. Dieser plötzliche Uebergang zeigt aber auch noch andere gar sonderbare, heftige, und oft sehr gefährliche Phänomene, zumal wenn beide Elektricitäten sehr stark sind, wie aus dem Folgenden deutlicher erhellen wird.

Man belegt beide Seiten einer Glastafel dergestallt mit Spiegelfolie oder Stanniol, daß das Glas nur an den Rändern herum einige Daumen breit über die Belegung hervorragt, wobei ein für allemal zu merken, daß man den Stanniol mit starkem Gummiwasser an die Körper, die man belegen will, recht gleich anklebt, und ihn sodann, wenn alles trocken ist, mit einem Fal,bein glatt streicht. Leitet man nun die Elektricität vermittelst eines dicken abgestumpften Drathes von dem ersten Leiter der Maschine auf diese Glastafel: so wird zwar diejenige Seite dieser Tafel, die der Drath berührt, mit positiver Elektricität um so viel stärker elektrisch, je größer sie selbst und ihre Belegung ist, aber die entgegengesezte Seite empfängt gar keine Elektricität von der Maschine, weil sich das Glas dazwischen befindet, welches bekanntlich die Elektricität nicht hindurch läßt, es wäre denn, daß ein gar zu starker Funken darauf

schlüge,

schlüge, der es freilich durchbohren würde, um sich mit Gewalt einen Weg zu der entgegen gesezten Belegung zu bahnen. Allein obgleich die elektrische Materie selbst nicht in Glas oder in einen andern isolirenden Körper hinnein dringen kann: so wirkt sie doch durch ihn hindurch, wenn er nicht gar zu dicke ist, indem sie von der hintern Seite stets desto mehr natürliche oder eigenthümliche elektrische Materie durch die daran stoßenden leitenden Körper gleichsam verjagt, je mehr sich Elektricität an der vordern Seite anhäuft, und je stärker dadurch ihre Kraft wird. Nimt man hingegen der obern Seite der Glastafel den ihr natürlichen Antheil der elektrischen Materie hinweg, welches geschiehet, wenn man sie daselbst negativ elektrisirt: so bekömmt sodann die der untern Belegung eigenthümliche Elektricitätsmenge die Uebermacht gegen die obere, das heißt, jene wirkt nun gegen diese durch das Glas hindurch, und widerstehet also der Spannung derjenigen elektrischen Materie nicht mehr, die den an der hintern Seite befindlichen leitenden Körpern eigenthümlich zugehöret. Folglich muß diese nun ohne Widerstand so lange in die hintere Belegung einströmen, als der vordern noch welche entzogen wird, und zwar darum, weil

sich

sich dadurch das Gleichgewichte der Kräfte an beiden Belegungen immer mehr und mehr hebt.

Also stellen die beiden Belegungen einer Glastafel zwei isolirte Körper vor, davon der eine positiv, der andere negativ geladen ist. Sie würden auch einander anziehen und einen Funken schlagen, wenn kein Glas dazwischen wäre, oder wenn sie mit ihren Kanten einander beinah berührten. So aber kann man die Glastafel an ihrem unbelegtem Rande anfassen, und hinweg tragen, ohne die geringste elektrische Wirkung daran zu spühren. Aber sobald man die Finger zu weit ausstreckt, und beide Belegungen zugleich mit berühret: sobald vertreten diese die Stelle eines Leiters, durch welchen der starke Ueberschuß der elektrischen Materie von der positiv geladenen Belegung wie der Blitz in die negativ geladene herüber schlägt, und dem ganzen Körper, besonders aber der Brust, einen krampfhaften erschütternden Stoß versezt, welcher gleichsam die Nerven zusammen ziehet, den Umlauf des Blutes beschleunigt, die Ausdünstung verstärkt, und sogar den Athem einen Augenblick lang hemmt, so, als ob man ersticken wollte, daher man sich auch wohl hüten muß,

der,

dergleichen starke Schläge zu erhalten. Das nämliche geschiehet auch, wenn viele Menschen einander bei den Händen fassen, und sich in einen Kreis herum stellen. Der erste kann da immer die Hand an die eine Seite des geladenen Glases legen, und er wird jezt noch eben so wenig, als die übrigen empfinden: aber sobald zugleich der lezte die andere Seite berührt, da gehet gedachter Schlag augenblicklich durch die ganze Reihe hindurch. Will man also die Glasplatte entladen, ohne den Schlag zu erhalten: so darf man bloß einen an beiden Enden zugestumpften Drath wie eine Kneipzange zusammen biegen, und sodann die beiden Belegungen damit eben so, wie mit einer Kneipzange anfassen, denn da siehet man bloß den elektrischen Funken, ohne einen Stoß zu empfinden.

Der größern Bequemlichkeit wegen bedient man sich Statt gedachter Glastafel gemeiniglich einer gläsernen Flasche, die auswendig beinah bis an ihren Hals herauf mit Stanniol belegt, und inwendig eben so hoch mit Feilspähnen gefüllet ist. Auch steckt man einen mössingenen Stift, welcher am obern hervor stehenden Ende kolbig ist, bis an den Boden in diese Flasche, und überziehet sie über der Belegung mit einem Lack-

Lackfirniß, um die feuchten Dünste davon abzuhalten, welche sich sonst gern an das Glas anhängen, und wegen ihrer leitenden Natur die Ladung der Flasche hindern. Hier stellen also die Feilspähne die innere Belegung vor, die durch den Drath bis an den Kolben oder Knopf desselben herausreicht, und folglich vermittelst eines zangenförmigen Drathes mit der äußern Belegung ungemein leicht in Verbindung gesezt, oder entladen werden kann. Auch kann man an einer solchen Flasche sehr gut wahrnehmen, wie beim Laden derselben allemal ein elektrischer Funken aus der einen Belegung heraus fähret, indem in die andere einer hinnein schlägt. Man darf sie nämlich nur auf einen Isolirschemmel dergestallt setzen, daß die beiden Leiter, wovon der eine ihr Elektricität zuführet, indem der andere eben so viel von ihr ableitet, mit ihren Knöpfen etwa noch einen Daumen breit von den Belegungen entfernt bleiben. Denn aus der äußern Belegung blizt allemal ein Funken in den dabei befindlichen leitenden Körper über, so oft einer aus einem positiv elektrisirten Leiter in den Knopf der innern Belegung schlägt, so, wie im Gegentheile allemal ein Funken aus dem nahe daran gehaltenen leitenden Körper in die äußere Belegung hinnein schlägt, so oft einer aus der in-

innern Belegung durch ihren Knopf gegen ein negativ elektrisirtes Reibzeug übergehet; und ein solches unterbrochenes Ueberblitzen dauert allemal so lange, bis die Flasche geladen ist.

Philalethes machte diese Versuche, wie leicht zu erachten, ebenfalls. Allein sie lassen sich durch kein Bild hinlänglich erläutern. Die dazu gehörige Vorrichtung findet man jedoch Tab. XV, Fig. 2 bei X und V abgebildet, nur daß man sich die daselbst herab hangenden Ketten jezt hinweg denken muß.

Wegen des heftigen Stoßes, den das Ausladen einer solchen Vorrichtung den ausladenden Körpern ertheilt, fuhr Philalethes fort, pflegt man gewöhnlich die Elektricität einer solchen Vorrichtung die verstärkte Elektricität, oder den elektrischen Schlag zu nennen, so, wie das ganze Verfahren, welches man dabei beobachten muß, den Namen des Leydenschen Versuches führet, weil ihn Mußchenbroek, ein Professor zu Leyden, zuerst beschrieben, obgleich nicht zuerst gemacht hat, indem derselbe schon einige Monathe vorher von einem Herrn von Kleist zu Camin angestellet worden war. Beide Gelehrte kamen von Ohngefähr darauf, weil sie sich beide mit Untersuchung eines und eben desselben Ge-

genstandes beschäftigten. Sie elektrisirten nämlich verschiedene etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllte Gläser, die sie in der einen Hand hielten, und empfanden sofort gedachten elektrischen Schlag, wenn sie mit der andern Hand von ohngefähr das Wasser berührten. Hier diente nämlich das Wasser als innere, die Hand hingegen, womit sie das Glas hielten, als äußere Belegung, weil menschliche Körper und Wasser fast eben so gut leiten, als manche Metalle, und weil auf solche Weise die andere Hand beide Belegungen in Verbindung sezte, folglich das Glas entlud. Gegenwärtig pflegen aber auch viele Naturforscher dergleichen belegte Flaschen, Kleistische Flaschen, und die hieher gehörigen Versuche, Kleistische Versuche zu nennen.

Wenn die belegte Fläche sehr groß ist: so wird sie eine elektrische Batterie genannt. Wollte man sehr große Glastafeln dazu gebrauchen: so würden diese, wenn sie auch auf den Glashütten zu finden wären, gar zu viel Raum der Länge und Breite nach erfodern, und sich nicht gut hin und her tragen lassen. Man wählt also dazu lieber große weite Zuckergläser, die sich inwendig sowohl als auswendig bequem belegen lassen, und verbindet ihre innern Belegungen

vermittelst hinnein gestellter metallener Stäbe, die über den Gläsern selbst in Verbindung stehen, da dann alle innern Belegungen zusammen genommen gleichsam nur eine einzige ausmachen. Alle diese Gläser sezt man in einen Kasten, der einen mit Stanniol belegten Boden hat, und krümmt von diesem Boden einen mössingenen Stift aus dem Kasten durch die eine Seite desselben heraus. Auf solche Weise kommen also auch alle äußern Flächen der Gläser in Verbindung, und sind nun ebenfalls als eine einzige zu betrachten, die sich gleichsam in dem an der einen Seite des Kastens hervor stehenden Knopfe des gedachten Stiftes endigt. Läßt man also von diesem Knopfe eine Kette auf den Fußboden herab fallen, und verbindet man die innere Belegung mit einem ersten Leiter der Elektrisirmaschine: so kann man die Batterie laden, da sie im Gegentheile entladen wird, wenn man sodann die innere und äußere Belegung vermittelst eines Ausladers verbindet.

Eine solche Batterie, welche Philalethes hier beschrieb, und seinen Lieben zeigte, ist Tab. XV, Fig. 2, bei M vorgestellet. Beim Ausladen legt man das eine Ende des Ausladers N auf einen Stab der innern Belegung und

neigt sodann das andere gegen den Knopf der innern herab. Der metallene Bogen desselben muß hier einen Handgriff von Glas oder Siegellack haben, weil der Schlag sonst zugleich durch die Hand mit gehen könnte. Auch muß die Kette nothwendig vom Knopfe der äußern Belegung auf den feuchten Fußboden, oder lieber in ein Geväß mit Wasser, herab hangen; denn auf einem sehr trockenen Tische würde sie isolirt bleiben, und isolirte Verstärkungsflaschen können aus vorhin angezeigten Ursachen gar nicht geladen werden. Auch hat gedachter Knopf, oder das Ende der äußern Belegung, gewöhnlich eine solche Form, daß man allerlei Körper darauf bevestigen, und zugleich durch diese den Funken schlagen lassen kann.

Diese Batterien sind im übrigen unter allen elektrischen Geräthschaften die wichtigsten, aber auch die furchtbaresten. Denn wenn sie groß genug sind: so krachen sie bei der Entladung wie ein starkes Geschütz, und ihr Schlag ist so heftig, daß er ziemlich große Thiere tödet, Metalle schmelzt, Eisenrost oder andere Metallkalche zu ihrer metallischen Form wieder zurücke bringt, dünnes Glas und andere nichtleitende Körper durchbohret und sie mit allerlei bunten gleichsam

hin-

hinnein geschmolzenen Farben bezeichnet. Unterbricht man seinen Weg mit Wasser: so zeigt sich darin ebenfalls ein heller Funken, der es in Bewegung sezt, und oft sogar das Gefäß, worin es enthalten ist, zerbricht. Schlägt endlich ein solcher Funken auf brennbare Sachen: so zündet er sie an, und verrichtet, mit einem Worte, alle Wirkungen des Blitzes, dem er überhaupt in allen Stücken ähnlich ist.

Anfänglich habe ich zwar gesagt, fuhr Philalethes fort, daß die Elektricität eigentlich durch das Reiben erregt werde. Allein in gewissen nichtleitenden Körpern kann man sie dennoch auch durch plötzliche Erwärmung sowohl, als durch Erkältung hervorbringen, und einige zeigen im Finstern sogar schon eine Art von elektrischem oder phosphorischem Lichte, wenn man sie blos mit einigen elektrischen Funken stark erleuchtet hat.

Was nun diejenigen Materien betrifft, welche durch Erwärmung und Erkältung elektrisch werden: so gehören dahin Schwefel, Wachs, Harz, Pech, Siegellack, Chokolade, alle Arten der Edelsteine, und vorzüglich der sogenannte Turmalin, der ein halbdurchsichter Stein von braunrother Farbe, und selten größer, als eine

Haselnuß ist. Man findet ihn auf dem sächsischen Aerzgebirge sowohl, als in Tyrol, Ostindien und an vielen andern Orten, wo man ihn selbst zu den Edelsteinen zählet. Merkmale der Elektricität zeigt er zwar nicht, so lange man ihm die Wärme der Luft läßt, welche ihn umgiebt: aber sobald man ihn plötzlich erwärmt oder abkühlet, dann nimmt man alle elektrische Kennzeichen an ihm wahr, indem er nun kleine knisternde Funken von sich sprizt, und allerlei leichte Spreu, besonders aber Asche an sich ziehet und wieder abstößt, daher man ihn gewöhnlich auch nur den Aschentrecker zu nennen pflegt. Das merkwürdigste dabei ist, daß er an der einen Seite allezeit positiv, an der entgegengesezten hingegen negativ elektrisch wird, wenn man ihn erwärmt, und daß diese beiden Seiten ihre verschiedenen Elektricitäten verwechseln, wenn man ihn wieder abkühlt. Man kann ihn auch durch bloßes Reiben ohne Wärme oder Kälte elektrisch machen: dann ist aber seine Elektricität rings um ihn herum entweder positiv oder negativ. Auch der Krampffisch und Zitteraal gehören gewissermaßen zu den Körpern, die durch die Erwärmung elektrisch werden: denn diese Thiere sind immer desto stärker elektrisch, je stärker sich die Wärme des Lebens in ihnen regt,

nur daß man sie durch keine künstliche Wärme, wie etwa gedachten Turmalin, elektrisch machen kann.

Aber zu denjenigen Materien, welche bloß im Finstern phosphorischelektrische Erscheinungen zeigen, wenn man sie stark erleuchtet hat, gehören verschiedene Gipsarten, der Demant, Birkenrinden, trockenes Tannenholz, Baumwolle, Knochen, Eierschalen, Weinstein, Zucker, weißes Papier, und vorzüglich der bononische Leuchtstein, welchen man auch durch die Kunst nachmachen kann, da er dann den Namen des Cantonschen Phosphorus führet. Leztern bereitet man aus gebrannten Austerschalen, die man fein pülvert, und mit eben so viel darunter gemengtem fein zerriebenem Schwefel in einem Schmelztiegel zu einer derben Masse zusammen glühet, welche man sodann aufs neue zerstoßen, und in einem wohl verstopften Glase im Finstern aufbewahren muß. Wenn man mit Eiweiß auf Papier oder Holz beliebige Figuren malet, und sie sodann damit bestreuet: so darf man sie nur von einigen vorbei fahrenden elektrischen Funken, oder auch vom Sonnenlichte einige Augenblicke erleuchten lassen, und sie leuchten alsdann selbst im Finstern, wie das elektrische Licht im luftlee-

ren Raume, einige Minuten lang. Man nennt ihn deswegen Cantonschen Leuchtstein, weil Canton die künstliche Bereitung desselben erfunden hat. Aber den natürlichen oder eigentlichen bononischen muß man auch erst glühen, wenn er das von der Sonne oder einem elektrischen Funken in ihm aufgeregte Licht hernach noch eine Weile im Finstern zeigen soll.

Vor etwa zwanzig Jahren hat Herr Volta, ein berühmter italienischer Naturforscher, noch eine ganz besondere Geräthschaft erfunden, die man den Elektrophor, oder den Elektricitätsträger nennet, weil er ungemein lange elektrisch bleibt, wenn man ihn einmal elektrisiret hat. Er bestehet, wie Ihr da sehet — Tab. XV, Fig. 6 — aus einem runden Harzkuchen, welcher auf einer blechernen oder einer andern leitenden Basis ruhet. Auf diesen Harzkuchen paßt ein trommelförmiger Deckel, welcher einige Daumenbreiten im Durchmesser kleiner, als der Harzkuchen, mit Stanniol recht glatt überzogen, und oben mit einem isolirenden langen Handgriffe, oder mit seidenen Schnüren, versehen ist. Reibt man den Harzkuchen, an dessen Statt man jedoch auch eine Glastafel gebrauchen kann, mit einem Hasenfelle, oder peitscht man ihn mit

einem

einem Fuchsschwanze, oder schiebt man eine geladene Kleistische Flasche darauf herum: so wird er elektrisch. Alsdann darf man den Deckel nur darauf setzen, ihn mit einem Finger berühren, und an seiner isolirenden Handhabe wieder in die Höhe ziehen, um zu sehen, wie ein Funken aus ihm in einen hinan gehaltenen leitenden Körper, oder auch in die ihm entgegen bewegte Hand schlägt, und wie dieser Deckel alle bisher beschriebene Wirkungen der mitgetheilten Elektricität zeigt. Auch geschiehet solches allemal, so oft man den Deckel auf den Kuchen nieder läßt, ihn dann berührt, und an seiner Handhabe wieder aufhebt, ohne daß man den Kuchen immer aufs neue reiben oder peitschen darf; denn dieses leztere ist bei trockener Witterung nur etwa jeden Monath einmal nöthig.

Alle diese Erscheinungen setzen nun offenbar die Existenz einer überaus feinen elastischen Materie voraus, welche durch alle Körper des Erdbodens gleichförmig vertheilt ist, und ungemein vest in den kleinsten Poris derselben gleichsam gefangen liegt, so, daß eine fremde äußere Kraft erfodert wird, wenn sie sich aufregen, und aus ihren engen Behältnissen hervorbrechen soll. Sie führt zwar den besondern Namen der elektrischen

Materie, ist aber im Grunde höchstwahrscheinlich nichts anders, als das oft gedachte Phlogiston, welches, den Beobachtungen der Scheidekünstler gemäß, allerdings nie gänzlich rein, sondern stets mit gröbern Materien vermischt gefunden wird.

Mit einigen Arten dieser gröbern Materien ist nun gedachtes Phlogiston, oder vielmehr nur diejenige bestimmte Menge desselben, die nothwendig zu der Natur oder zu der Mischung dieser gröbern Materien erfodert wird, folglich ihnen eigenthümlich zugehört, gleichsam unendlich vest verbunden, und kann ihnen wegen ihrer gar zu großen anziehenden Kraft auf gar keine Weise entzogen werden, so lange sie dieselben Materien bleiben, die sie einmal sind. Andere Arten von Körpern hingegen halten dieses flüßig-elastische Wesen wahrscheinlich minder vest, und lassen es daher schon an ihren Oberflächen fahren, wenn man ihre Poros daselbst zerstöret, oder auch nur preßt, wodurch man gedachtem elastischen Wesen seine Gefängnisse gleichsam öffnet.

Leztere Arten der Körper werden also bei der Elektricität zweifelsohne die Leiter, erstere hingegen die Nichtleiter unter sich begreifen.

Soll also ein Körper durch Reiben elektrisirt werden: so muß er ein nichtleitender Körper seyn. Durch das Reiben zerschleift er nämlich die Poros des Reibzeuges nach und nach, und ziehet, vermöge seiner größern anziehenden Kraft, gedachtes Phlogiston aus denselben an sich. Mithin muß das Reibzeug seinen ihm natürlichen Antheil verlieren, und allemal negativ elektrisch werden, wenn es nicht mit andern leitenden Körpern in Verbindung stehet, aus welchen es diesen Verlust vermittelst seiner eigenen anziehenden Kraft stets wieder ersetzen kann. Aber der elektrisirte nichtleitende Körper kann den geraubten Ueberfluß auch nicht stets behalten: denn er besizt schon seine ihm eigenthümliche Menge, und läßt, wegen seiner erstaunlich starken Affinität gegen dieselbe, nicht nur nichts davon heraus, sondern auch nichts in seine Poros und in sein Inneres hinein. Daher bleibt gedachter geraubte Ueberschuß bloß an der Oberfläche desselben hangen, von welcher ihn der erste Leiter vermittelst einer sehr starken Anziehung durch seinen Kamm einsaugt. Nun kann aber dieser Leiter ebenfalls nichts davon in seine Poros aufnehmen, weil diese ebenfalls vorher schon angefüllet sind: und mithin bleibt hier die dem Reibzeuge geraubte und von dem Kamme eingesogene

sogene elektrische Materie auch da bloß an der Oberfläche hangen, wo sie sich sofort, wenn der Leiter isolirt ist, anhäusen muß, und zwar darum, weil sie das Metall, wegen seiner anziehenden Kraft, allerdings auch noch genug vest hält. So vest hingegen, als der Nichtleiter, hält ein Leiter die um ihn herum angehäufte elektrische Materie dennoch bei weitem nicht. Dieß erhellet hinlänglich daraus, daß der elektrisirte Leiter seinen Ueberfluß nicht nur durch den Kamm ungemein leicht gegen die Luft nach und nach zurücke giebt, sondern ihn auch auf ein mal an denjenigen leitenden Körper absezt, welcher sich seiner Oberfläche an einer einzigen Stelle nähert: da man doch im Gegentheile einen elektrisirten Nichtleiter fast in jedem Punkte seiner Oberfläche berühren muß, wenn man ihm seinen ganzen Ueberschuß entziehen will.

Daß aber die Elektricität sich wirklich nur an den Oberflächen der Körper zeige, und nicht in die innern Massen derselben tief eindringe, das ist ein Satz, der durch viele Versuche bewährt gefunden wird, und folglich mit obiger Erklärung sehr wohl bestehet, aus welcher nun auch noch folgende Sätze fließen.

Nicht-

Nichtleiter, die durch Reiben negativ elektrisch werden, stellen das Reibzeug selbst vor. Wird zum Beispiel ein Schwefelkuchen mit matt geschliffenem Glase gerieben negativ: so ist er selbst, nicht aber das Glas, als Reibzeug zu betrachten.

Ein jeder Körper äußert bloß gegen seinen ihm eigenthümlichen Antheil der elektrischen Materie die meiste Affinität, und läßt freiwillig nicht nur nichts davon fahren, sondern behält auch einen ihm gleichsam aufgedrungenen zu großen Ueberschuß nicht gern bei sich, indem er ihn lieber an diejenigen abgiebt, die weniger als er haben.

Positiv elektrisirte Nichtleiter halten einen beträchtlichen Theil des erlangten Ueberschusses weit vester an sich, als die positiv elektrisirten Leiter, und jene besitzen daher mehr anziehende Kraft gegen diesen Ueberschuß, als diese.

Den leitenden Körpern kann der ihnen eigenthümliche Antheil der elektrischen Materie, wegen ihrer geringern Affinität gegen dieselbe, durch nicht leitende beim Reiben großentheils leicht entzogen werden. Alsdann streben sie aber um desto heftiger, den verlohrnen Theil wieder an sich zu ziehen.

Wegen

Wegen der anziehenden Kraft strebt jeder Körper, welcher weniger elektrische Materie besizt, als ein anderer, stets eben so viel, als dieser hat, zu erhalten, und folglich ihm so viel zu entziehen, als er braucht, um jenem gleich zu werden.

Ein positiv elektrisirter Körper strebt nie selbst, seinen Ueberschuß von sich zu stoßen. Bloß diejenigen, die weniger als er haben, streben vermöge ihrer anziehenden Kraft, ihm etwas zu entreißen, und sich mit ihm zugleich in seinen Ueberfluß zu theilen.

Die Wirkung dieses Bestrebens eines Körpers, welcher weniger elektrische Materie besizt, als ein anderer, der sich in seiner Nachbarschaft befindet, reicht viel weiter, als die, um den leztern herum angehäufte elektrische Materie selbst: ja sie erstreckt sich sogar durch ziemlich dickes Glas und andere Nichtleiter, welche die elektrische Materie zwar anziehen, aber nicht in sich eindringen, vielweniger hindurch lassen.

Denjenigen Raum, durch welchen sich die elektrische Materie an der Oberfläche eines Körpers verbreitet, kann man seine elektrische Atmosphäre nennen, indem derjenige, durch welchen sich die Wirkung derselben erstreckt, den Namen

men des elektrischen Wirkungskreises führet: und unter der Schlagweite verstehet man den Raum, durch welchen ein elektrischer Körper noch Funken schlägt.

Eigentlich ziehet zwar nur derjenige Körper, der weniger Elektricität hat, einen andern, der mehr hat, an sich. Da aber dieser seinen Ueberschuß dennoch auch, vermöge seiner eigenen anziehenden Kraft, ziemlich vest hält: so widerstehet er ihm, das heißt, er strebt, zurücke zu ziehen, und so scheint es immer, als ob alle beide einander an sich zögen.

Nichtleiter vertheilen, so lange sie nicht elektrisirt werden, ihre anziehende Kraft nach allen Seiten gleich stark, und bestreben sich, ihre ihnen eigenthümliche elektrische Materie sowohl von vorne als hinten an ihrer Oberfläche vest zu halten. Strömt ihnen aber ein Ueberfluß bloß von der einen Seite zu: so verwenden sie ihre anziehende Kraft gänzlich gegen diese Seite, und halten daselbst so viel von diesem Ueberflusse vest, als ihre ganze anziehende Kraft erhalten kann. Dadurch wird aber der andern Seite die anziehende Kraft entzogen: folglich kann diese andere Seite nicht nur nichts aus den in der Nähe befindlichen leitenden Materien an sich ziehen, sondern muß

auch, wegen der daselbst verlohrnen anziehenden Kraft, ihren vorher vest an sich gehaltenen Vorrath fahren lassen, und folglich eine negativ elektrische Atmosphäre erhalten. Dieß geschiehet vorzüglich, wenn die beiden entgegen gesezten Seiten eines Nichtleiters mit einer dünnen leitenden Materie belegt sind, welche die elektrische Materie durch die Mittheilung annimt, und worin sich dieselbe leicht hin und her bewegen kann.

Diese besondere Neigung der Körper, ihre ganze anziehende Kraft immer nur gegen diejenige Gegend zu richten, aus welcher die meiste elektrische Materie zu erhalten ist, pflegt man die **Vertheilung** zu nennen.

Auf solche Weise werden die Verstärkungsflaschen und elektrischen Batterien geladen, die daher freilich bei der Entladung desto heftiger wirken müssen, je größer die belegten Flächen sind, oder je mehr anziehende Kraft während ihrer Ladung von einer Seite zur andern übergehet, und je leichter jeder gute positive Leiter seinen Ueberschuß an einen eben so guten und eben so stark negativen Leiter abgiebt.

Elektrisirt man aber einen Nichtleiter an der einen Seite durch Reiben oder Peitschen, oder auch durch eine geladene Kleistische Verstär-

kungsflasche, die man beim Knopfe anfasset, und mit ihrer äußern Belegung darauf herum schleift: so muß man nur die Belegungen an beiden Seiten vermittelst isolirender Handhaben anbringen, um aufs neue eine solche Verstärkungsflasche zu erhalten, die man aber dann einen Elektrophor nennt. Hier darf man also bloß die beiden Belegungen vermittelst eines gekrümmten Drathes in Verbindung bringen, um sie zu entladen. Hebt man sodann den Deckel oder diejenige Belegung, die an der geriebenen Seite des Nichtleiters hängt, vermittelst einer isolirenden Handhabe wieder in die Höhe, und nähert man ihm einen andern leitenden Körper: so schlägt er einen Funken in diesen, zum offenbaren Beweise, daß ein geladener Elektrophor nichts anders, als eine entladene Verstärkungstafel ist.

Denn alle Nichtleiter, welche an derjenigen Seite, woran man sie elektrisirt, positiv werden, ziehen vermöge ihrer eigenen Kraft viel elektrische Materie aus dem Reibzeuge, und häufen es um sich an. Um es nun vest zu halten, müssen sie ihre ganze Kraft hieher verwenden. Folglich müssen sie der entgegen gesezten Seite diese Kraft entziehen, und also daselbst negativ elektrisch werden. Alle Nichtleiter hingegen,

welche an der elektrisirten Seite negativ sich zeigen, sind gewiß mit einem Körper elektrisirt, welcher die elektrische Materie noch begieriger, als jene an sich ziehet, und mithin selbst ein guter Nichtleiter ist. Nichts ist aber begieriger nach dieser Materie, als der trockene Pelz einer lebendigen Katze, oder eines Fuchses: und aus diesem Grunde bringen diese Körper, die selbst allerdings gute Nichtleiter sind, an allen andern Nichtleitern, besonders aber an den Harzkuchen, die negative Elektricität hervor, indem im Gegentheile auf glattem Glase immer nur die positive sich zeigt, man mag es elektrisiren, womit man will, nur Katzenpelz ausgenommen.

Nun ist bei einem Glaselektrophor die obere Seite gewöhnlich positiv, die untere hingegen negativ elektrisch, und folglich ist hier auch die metallene Basis, worauf er liegt, negativ. Sezt man daher einen leitenden Deckel, der vorher nur seinen ihm natürlichen Antheil elektrischer Materie besizt, auf die obere positive Fläche: so leitet er zwar anfänglich nichts ab, weil er isolirt ist. Berührt man ihn aber: so theilt er die ihm eigenthümliche elektrische Materie augenblicklich durch unsern Körper und Fußboden gedachter negativen Basis mit, indem diese durch

ihre

ihre anziehende Kraft so weit wirkt. Mithin hat nun der Deckel weniger, als ihm eigenthümlich zugehört: denn aus der Glasplatte kann er seinen Verlust nicht ersetzen, weil diese den einmal erhaltenen Ueberfluß an ihrer Oberfläche beständig sehr vest hält, so lange kein neuer dazu kömmt. Mithin ist nun der Deckel auch negativ elektrisch, und ziehet aus einem hinan gehaltenen nicht isolirten leitenden Körper einen Funken, wenn man ihn vermittelst einer isolirenden Handhebe in die Höhe hebt.

An einem Harzelektrophor hingegen ist gewöhnlich die obere Seite negativ, folglich die untere positiv. Daher wird hier die der Basis eigenthümliche Menge der elektrischen Materie von dem positiven untern Theile des Harzkuchens nicht vest gehalten, und es ist so viel, als hätte sie selbst einen beständigen Ueberschuß, welchen sie an den auf der obern negativen Seite stehenden Deckel abgiebt, sobald man ihn berührt. Denn obgleich diese negative Seite des Harzkuchens dem Deckel nichts von seiner elektrischen Materie entziehen kann: so wirkt sie doch in ihn so, daß er seine ganze anziehende Kraft gegen diese Seite verwenden muß, und zwar darum, weil er sich ganz in ihrem Wirkungskreise

befindet: und hiedurch macht sie ihn fähig, aus andern leitenden Körpern elektrische Materien an seiner obern Seite und an den Rändern anzuziehen. Auf solche Weise hat er nun mehr, als ihm eigenthümlich zugehöret, und ist mithin jezt positiv elektrisch, daher er auch einen Funken gegen einen andern nicht isolirten leitenden Körper schlägt, wenn man ihn vermittelst einer isolirenden Handhabe aufhebt, und jenem nähert.

Das gedachte Ueberströmen der elektrischen Materie aus der Basis in den Deckel, oder auch aus dem Deckel in diese, erfolgt allemal desto plötzlicher und mit einem desto stärkern elektrischen Schlage, je besser leitend und je kürzer der leitende Körper ist, wodurch das Ueberströmen geschiehet. Man darf nur Deckel und Basis zugleich mit zwei Fingern berühren, um diesen Schlag wie bei der Entladung einer Kleistischen Flasche zu empfinden.

Die lange Dauer der elektrischen Wirkungen eines einmal elektrisirten Nichtleiters beruhet auf seiner ungemein starken anziehenden Kraft, welche er stets gegen die elektrische Materie äußert. Vermöge derselben hält er stets eine gewisse Menge derselben, die seiner Kraft angemessen ist, und welche er einmal beim Elektrisiren aus

einem andern Körper an sich ziehet, an seiner Oberfläche vest: ja er giebt selbst beim Elektrisiren nur diejenige aus dem Reibzeuge gepumpte elektrische Materie an den ersten Leiter ab, die er an seiner Oberfläche herum weiter nicht vesthalten kann.

Hieraus ist also klar, warum ein Elektrophor durch das öftere Laden und Ausladen gar nichts von seiner elektrischen Materie verlieret, und warum er immer nur vermöge seiner anziehenden Kraft auf die beschriebene Weise in diejenigen Körper wirkt, welche sich theils in seinem Wirkungskreise, theils in seiner elektrischen Atmosphäre befinden. Nur die Luftfeuchtigkeit leitet sie nach und nach davon ab. Auch kann man sie auf einmal davon gleichsam abwaschen, oder mit negativ elektrischen Materien abwischen.

Der sogenannte Condensator des Herrn Volta ist ein Werkzeug, womit man jede sehr schwache Elektricität beobachten kann, welche sich vermittelst anderer Werkzeuge nicht wahrnehmen läßt. Er bestehet aus einer Platte, die dem Kuchen eines Elektrophors ähnlich, aber nicht gänzlich nichtleitend, sondern halbleitend ist, wie zum Beispiele getrockneter Marmor, und getrocknetes, nicht im Backofen gedörretes, Holz,

oder dergleichen. Denn wenn man auf eine solche Platte den Elektrophordeckel sezt, auf diesen aber ein feines Elektrometer stellt, sodann ihn vermittelst eines Drathes mit einem Körper, den man prüfen will, verbindet, und endlich ihn an seiner isolirenden Handhebe aufhebt: so zeigt sogleich das Elektrometer die schwache Elektricität an, die der zu prüfende Körper besizt. Also ist er eigentlich nichts anders, als ein unvollkommener Elektrophor, dessen Kuchen man aber nicht erst elektrisiren darf, und welcher sich in Hinsicht auf seine Wirkungen ebenfalls auf die bisher beschriebenen anziehenden Kräfte der Körper gründet.

Man hat nun zwar die elektrische Materie bisher fast immer für eine ganz besondere Materie gehalten, die sich von jeder andern unterscheiden soll, welche uns etwa die Natur noch bei andern Erscheinungen zu erkennen giebt. Allein diese Meinung beruhet, wie schon gesagt, wohl nicht auf sichern Gründen: denn die freigewordene und in heftige Bewegung gesezte elektrische Materie leuchtet, wie die freiwirkende reine Feuermaterie, welche von reiner Luft angezogen und aufgelöset wird; sie macht ein Geräusch, wie das gewöhnliche Feuerwesen, wenn es in der

Luft

Luft sich schnell ausdehnt; sie riecht beinah wie Schwefel oder wie gesäuertes Phlogiston, und schmeckt auch säuerlich, wenn man sich einen elektrischen Lichtpinsel auf die Zunge leitet.

Gemeines Feuer, welches Licht und Wärme zeigt, unterscheidet sich also in seinen Wirkungen von den elektrischen Wirkungen hauptsächlich nur darin, daß die Körper dabei gänzlich zerstöret werden, und daß mithin die gröbern Bestandtheile derselben ihre anziehende Kraft gegen das Phlogiston oder gegen die elektrische Materie, wenigstens an den Stellen, wo sie brennen und so lange sie brennen, gänzlich verlieren, da im Gegentheile beim bloßen Elektrisiren die Körper nicht zerstöret, folglich die anziehende Kraft ihrer gröbern Materien gegen das brennbare Wesen keinesweges gehemmet oder geschwächt wird. Beim Verbrennen wirkt also das Phlogiston ganz frei, und reißt zugleich auch die gröbern Bestandtheile der Körper mit sich fort, wodurch freilich die ganze Bewegung desto empfindbarer, mithin die Wärme oder Hitze desto heftiger wird. Beim Elektrisiren bleibt im Gegentheile das Phlogiston der Körper durch die anziehende Kraft ihrer gröbern Bestandtheile noch einigermaßen gebunden, und wirkt mithin hier bei weitem

tem nicht so frei, wie dort. Man kann also sagen: die Flamme und Gluth sei freies, der elektrische Funken hingegen halbfreies oder halbgebundenes Feuer, wenn man unter Feuer, wie im gemeinen Leben gewöhnlich ist, bloß dasjenige Phänomen verstehet, welches zugleich wärmt und leuchtet. Gluth und Flamme bestehet nämlich, meiner unmaßgeblichen Meinung nach, aus einer Auflösung des brennbaren Wesens, in sofern es zugleich mit vielen gröbern Materientheilchen vermischt ist: indem die an einem Körper angehäufte elektrische Materie bloß aus dem ziemlich reinen, wenigstens nicht mit groben erdigen Theilchen vermengten Brennbarem bestehet, und sich darum daselbst weit minder frei, als in der Flamme und Gluth bewegen kann, weil es von dem Körper, den es umgiebt, vermöge seiner anziehenden Kraft vestgehalten wird.

Hieraus gehet aber auch zugleich klar hervor, warum das um einen elektrisirten Körper locker angehäufte brennbare Wesen sich nur dann als ein Feuerfunken mit Licht und Hitze zeigt, wann es durch die stärkere anziehende Kraft eines Ableiters aus einem großen Raume, zum Beispiele von der ganzen Fläche eines großen ersten

Lei-

Leiters, plötzlich in einen sehr kleinen, oder gleich-sam in einen Punkt zusammen gezogen wird, und warum Licht und Hitze, oder der Schlag besonders dann sehr heftig ist, wann man sich eines negativen Ableiters bedient, indem dieser allemal desto stärker ziehet, je mehr ihm eigenthümliches Phlogiston, je mehr ihm eigenthümliche elektrische Materie mangelt.

Auch zeigt zuweilen das freie Feuer selbst als Gluth und Flamme dergleichen schnelle Wirkungen, die den Wirkungen der elektrischen Funken ähnlich sind. Reines trockenes Holz, das keinen Rauch giebt, lodert zuweilen bei starkem Luftzuge so plötzlich auf, und entwickelt plötzlich eine solche Menge seines reinern brennbaren Wesens, daß die Schornsteine, die Wolken und andere leitende Materien einen ganzen Klumpen davon in die Höhe ziehen, der dann unter dem Namen des Wolfs alle Wirkungen eines heftigen Blitzes äußert, und besonders in zu stark geheizten großen Backöfen zuweilen entstehet.

Aehnliche Wirkungen äußern auch glühend-flüßige Metalle, wenn man sie mit Wasser übergießt, und zeigen daher ebenfalls, daß das in den gewöhnlichen Fällen freiwirkende Feuerwesen zuweilen, besonders, wenn es auf einen Augen-

blick durch Wasser ein wenig vest gehalten wird, in seinen Wirkungen dem halbgebundenen öfters gleich kommen, sezte noch Philalethes hinzu, und begab sich mit seinen Lieben wieder nach Hause, nachdem er seinem ältern Freunde für den Gebrauch des elektrischen Apparats gebühreinden Dank abgestattet hatte.

Den folgenden Tag war der Horizont mit einzelnen Wolken behangen und etwas windig. Daher gieng Philalethes mit seinen jungen Freunden aufs Feld, und ließ einen sogenannten Elektrisirdrachen steigen, welchen er dort im Hause eines Landmannes zur Verwahrung gegeben hatte. Dieser Drache ist Tab. XV, Fig. 7 abgebildet, und wird folgenderweise verfertigt.

Man macht ein Kreuz aus zwei hölzernen etwa eines Fingers dicken Stäben, davon der eine ohngefähr drei, der andere vier Fuß lang ist, und bevestigt sie rechtwinkelicht an einander, so, daß es ein ordentliches Kreuz mit einem etwas verlängerten Stiele wird, wie die gedachte Figur zeigt. An den vier Enden desselben spannt man einen starken Bindfaden herum, und belegt sodann dieses ganze Drachennez mit einfachen zusammengekleisterten sogenannten Gold-

oder

oder Silber-Papiere, welches man mit seinen Rändern an den herum gespannten Bindfaden umschlägt, und nicht nur hier, sondern auch an dem hölzernen Kreuze selbst ankleistert. Hierauf macht man den Schwanz aus einem Stücke Bindfaden, das wohl sieben bis acht mal länger als der Drache selbst, und seiner ganzen Länge nach mit hinnein geknüpften kurzen Papierstreifchen, am äußersten Ende hingegen mit einem lockern Balancirbüschel, der aus mehrern Papierstreifchen bestehet, versehen ist. Ferner läßt man mehrere hundert Ellen starken hänfenen Bindfaden beim Seiler mit Lahn oder dünnen Saitendrath locker und weitläuftig umwinden, bevestigt ihn mit drei Enden dergestallt an das Drachenkreuz, daß die drei Stellen oder Löcher, wo man sie einknüpft, von der Stelle, wo sich die hölzernen Stäbe durchkreuzen, alle drei gleich weit abstehen. Den gedachten leitenden Bindfaden windet man, wenn der Drache nicht steigen soll, auf eine Welle, die in einem dazu passenden vestem Gerüste sich bequem umdrehen läßt, wie Tab. XV, Fig. 8, bei A vorgestellet ist. Auf diese aufgewundene Schnur kann man auch allemal den Drachenschwanz winden, und ihn, so, wie die Schnur selbst, immer nur dann anknüpfen, wann er gebraucht wird, weil er außerdem

dem sich leicht verwirret, und schwerlich wieder auseinander gehet.

Will man also nun den Drachen steigen lassen: so knüpft man Schwanz und Schnur gehörig an, und schlägt gedachtes kleines Gerüste in einer Hütte in den Erdboden, worauf man den Drachen in einiger Entfernung von dem Gerüste an der jezt noch vestgespannten Welle schief gegen den Wind hält, welcher ihn sofort selbst in die Höhe treibt. Nun läuft man geschwind wieder zur Welle zurück, spannt sie los, und läßt so den Drachen fliegen, so wie der Wind ihn treibt, und so weit man will, oder so weit seine Schnur langt. Endlich hängt man an das untere straffe Ende dieser Schnur kleine Kork- oder Hollundermark-Kügelchen, und isolirt sodann dieselbe sammt ihren Drachen dadurch, daß man sie an eine starke, am Gerüste bevestigte, seidene Schnur bindet.

Belegt man das Drachennetz nicht mit Gold- oder Silber-Papier, sondern mit gemeinen: so wird er nicht gut elektrisch, und sehr schwache Luftelektricität zeigt er dann gar nicht an. Läßt man ferner den Lahn oder Saitendrath straff mit in den Bindfaden hinein drehen: so zerreißt er an tausend Stellen, so bald man den Drachen

stei-

steigen läßt, weil alsdann der Faden gespannt und gedehnt wird, und weil der Drach nicht genug nachgiebt.

Philalethes hatte nun den Drachen an seiner Schnur, die er durch seine Hände laufen ließ, etwa fünf hundert Ellen weit steigen lassen, als er plötzlich ziemlich starke elektrische Stöße in den Armen fühlte, die so schnell auf einander folgten, daß deren wohl zwei bis drei auf eine Sekunde kamen. Dieß zeigte ihm an, daß der Drache da in eine sehr stark elektrische Luftregion gerieth, weil er sonst solche Schläge nie gab, so lange seine Schnur noch nicht isolirt war. Gleichwohl war der Himmel jezt in dieser ganzen Gegend vollkommen heiter. Er wand ihn also geschwind um etwa hundert Ellen zurück, und isolirte ihn. Die beiden neben einander hangenden Korkkügelchen giengen bald auseinander, und als er die Schnur mit einem Fingerknöchel berührte, erhielt er einen Schlag, wie von einer kleinen geladenen Kleistischen Flasche, so, daß er ihn nicht nur in der linken Hand, sondern auch im rechten Fuße empfand: und mit einen solchen Schlage konnte er jezt wenigstens alle Minuten den Drachen entladen Als er eine an seinem wollenen Rocke geriebene Siegel-

gellackstange dem einzeln hangende Korkkügel-chen näherte, da floh dieses zurück, und zeigte also dadurch an, daß der Drache negativ elektrisch war. Nun ließ er den Drachen aufs neue um hundert Ellen weiter steigen, indem er glaubte, jene weiter entfernte Region würde ihre zu starke Elektricität bereits verlohren haben. Allein jene Schläge fuhren wieder durch seine Arme und Füße, als der Drache dahin gerieth. Er zog ihn also aufs neue geschwind um einige Ellen zurück: und sie ließen abermals nach. Er ließ ihn wieder um ein paar Ellen steigen: und sie kamen allemal wieder, so oft er ihn bis an diese Region steigen ließ, die also in Ansehung ihrer starken Elektricität sehr scharf begrenzt zu seyn schien. Also konnte er an diesem Tage den Drachen weiter nicht, als etwa um fünf hundert Ellen fortlassen. Hier isolirte er ihn mithin abermals, und zeigte seinen Lieben, wie da die Elektricität bald stark bald schwach war. Endlich kam eine Regenwolke von Ferne her. Der Drache verlohr erst seine Elektricität gänzlich. Dann ward er plötzlich sehr stark positiv. Philalethes hängte also geschwind einen messingenen Haken an die Drachenschnur, welcher beinah den Erdboden erreichte, und legte einen andern kleinen aber sehr starken Drachen, den er sonst

sonst nur bei Sturmwinde gebrauchte, darunter, worauf er sich mit seinen Lieben etwa funfzig Schritte weit davon entfernte. Als die Wolke nah über den Drachen zu stehen kam, höreten sie zuerst ein heftiges Zischen, dann aber ein Tschättern, wie, wenn ein Fuhrmann mit seiner Peitsche sehr geschwind knallt, und sahen dabei helle Funken aus dem untern stumpfen Ende des mössingenen Hakens in den darunter liegenden Sturmdrachen blitzen. Das Tschättern verwandelte sich dann wieder in ein Zischen, und hörte endlich gar auf, als die Wolke gänzlich vorüber war. Philalethes ließ nun für dießmal seine Lieben nicht mehr nahe zum Apparat gehen, sondern zog den Drachen ein, und begab sich mit ihnen nach Hause, indem er ihnen unterwegens noch erzählte, wie der ewig ehrwürdige Fränklin dergleichen Versuche zuerst zu Philadelphia angestellt und hierdurch gezeigt habe, wie man den Blitz von den Wolken, wo und wie man will, in die Erde leiten, folglich seine gefährlichen Wirkungen von den Gebäuden oder andern Gegenständen abwenden kann.

Man bevestigt nämlich auf die Gebäude metallene Stangen, die wenigstens einige Ellen hoch über den Fürsten in die Höhe reichen, und oben

oben zugespizt und vergoldet sind. Nun löthet man Blechstreifen um diese Stangen, und führt selbige, indem immer einer an den andern gelöthet wird, an den Dächern und Mauern bis in den feuchten Erdboden, oder bis in einen daselbst befindlichen Wasserbehälter herab. Tab. XV, Fig. 8 stellt einen solchen Blitzableiter bei B im Modelle vor. Er ist, seine vergoldete Spitze ausgenommen, mit Oehlfarbe dicke überzogen, damit er nicht rostet, und, so weit er aus Blechstreifen bestehet, etwa einen Fuß breit. Unterbrochen darf er an keiner einzigen Stelle seyn, weil die elektrische Materie daselbst sonst in Blitze oder Funken überspringt und Schaden thun kann.

---

## Zwei und zwanzigste Unterhaltung.

### Von den Magneten.

Nach einigen Tagen fuhr Philalethes in seinem Vortrage folgender Weise wieder fort.

Auf dem sächsischen Aerzgebirge und in vielen andern Ländern, die mit Bergwerken gesegnet sind, findet man ein besonderes Eisenärz in

in Gestallt schwarzbrauner Steine, die den Namen der natürlichen Magneten führen. Denn jeder dieser Steine, er mag nun klein oder groß, rund oder eckicht seyn, ziehet Eisen, Bolus, Blutstein, Röthel, Reißblei, und überhaupt alle Körper, die Eisen in ihrer Mischung enthalten, begierig an sich, so, wie auch diese Steine selbst einander anziehen, da sie ebenfalls zu den Materien gehören, welche an Eisen ungemein reichhaltig sind. Wenn man aber das Eisen gänzlich in Rost verwandeln, oder das Eisenärz durch zugesezte Säuren vollkommen auflösen und zerstören läßt: so wirkt kein Magnet mehr darauf, das heißt, jene anziehende Kraft wird sogleich dadurch gänzlich gehemmet, oder auch wohl gar vernichtet.

Man pflegt, um dieses Anziehen recht augenscheinlich wahrzunehmen, den Magnet in ein kahnähnliches Geväß, zum Beispiel in ein Uhrglas zu legen, und auf Wasser zu setzen. Denn wenn man in einem andern solchen Geväß ein Stückchen Eisen zugleich mit aufs Wasser sezt: so fahren beide sichtlich gegen einander. Anfänglich bewegen sie sich langsam, hernach aber immer geschwinder, bis beide an einander stoßen, und vereinigt stehen bleiben. Wird sodann das

eine fortgezogen: so folgt auch das andere nach, indem dieses ruhet, wenn man jenes nicht in Bewegung sezt. Entfernt man beide Kähnchen mit Gewalt von einander, und hält man bloß dasjenige vest, worin das Eisen liegt: so kömmt der Magnet in dem seinigen selbst auf dem Wasser zu dem Eisen hergelaufen. Hält man aber das Kähnchen des Magnets vest: so fährt jenes, worin das Eisen liegt, zu ihm hin. Es verstehet sich, daß man sie nicht gar zu weit von einander entfernen darf; denn sonst würde der Magnet nicht merklich wirken, und zwar darum, weil seine Kraft in größern Entfernungen sich bei weitem nicht so stark äußert, als in kleinern.

An jedem Magnete bemerkt man ferner insgemein zwei besondere Stellen, wo sich die gedachte anziehende Kraft am stärkesten zeigt. Sie liegen einander gerade gegen über, und eine davon richtet sich stets nach Norden, indem die andere allezeit nach Süden sich wendet, so lange nämlich der Magnet entweder an einem Faden frei hängt, oder in einem Kähnchen auf dem Wasser schwimmt. Man pflegt sie die Pole des Magnets zu nennen, indem der eine davon, der sich stets gegen Norden kehrt, Nordpol, der andere hingegen Südpol heißt. Und eben so hat

man

man auch der geraden Linie, die man in den Gedanken von dem einen dieser Stellen zur andern ziehen kann, den Namen der Axe des Magnets beigelegt.

Hier, Tab. XVI, Fig. 1, no. 1, habe ich Euch einen solchen Magnet, welcher in einem Kähnchen liegt, im Bilde dargestellet, und seinen Nordpol mit N, den Südpol hingegen mit S bezeichnet, so, daß die von N bis S gezogene gerade Linie seine Axe andeutet.

Wenn dieses Kähnchen, no. 1, allein auf dem Wasser schwimmt, und keine eisenhaltigen Körper in der Nähe sich befinden: so mag man es drehen und wenden, wie man will, es versezt sich allemal augenblicklich wieder in seine vorige Lage, um stets mit seinem Nordpol gegen Norden zu zeigen. Sezt man aber einen zweiten Magnet, no. 2, mit seinem Südpole gegen den Nordpol des erstern: so fahren beide Kähnchen, no. 1 und 2, sogleich zusammen und bleiben an einander hangen, man mag sie herum drehen, wie man will, nur daß ihre Kraft, womit sie zusammen hangen, bloß dann am stärksten ist, wann ihre Pole nach Norden und Süden stehen. Bringt man endlich gar den Südpol des einen gegen den Südpol des andern, wie no. 1 und 3

 zeigt:

zeigt: so stoßen beide einander von sich, und eben dieses geschiehet auch, wenn man den Nordpol des einen dem Nordpole des andern nähert. Auch gehet ihre Wirkung durch Glas, Holz, Papier, Gold, Silber und alle Materien, die nicht eisenhaltig sind, ungestört und ohne Hinderniß hindurch, ja der luftleere Raum selbst, welcher doch fast alle andere Naturwirkungen bald hemmt, bald befördert, ist nicht vermögend, einige Veränderung in den magnetischen Erscheinungen zu bewirken.

Statt solcher Kähnchen macht man zu Nürnberg kleine hohle Fische aus lackirtem Eisenblech, die man auf Wasser legt, und vermittelst einer Angel, woran der Köder aus einem rothlackirten Magnetstäbchen bestehet, heraus angeln kann. Auch giebt es noch viele andere Gattungen von solchen magnetischen Spielwerken, worüber sich große und kleine Kinder öfters verwundern.

Die gleichnamigen Pole zweier Magneten stoßen also allemal einander von sich, und heißen daher feindliche Pole, so, wie im Gegentheile die ungleichnamigen stets einander anziehen, und freundliche Pole genannt werden.

Daß

Daß der Magnet seine anziehende Kraft auch dem Eisen ertheile, wenn dieses eine Weile bei ihm liegt, oder auch nur gehörig damit gestrichen wird, ist schon damals gezeigt worden, als wir uns die besondern Eigenschaften der Magnetnadel bekannt machten. Wir bemerkten dort zugleich, daß die Nadel keinesweges allenthalben genau nach Norden zeige, sondern an vielen Orten beträchtlich gegen Westen, und an vielen andern gegen Osten abweiche. Dieses gilt nun, wie leicht zu erachten, auch von dem Magnete selbst, indem seine Pole ebenfalls nur höchst selten ganz gerade nach Norden und Süden sich kehren. Man weiß noch nicht recht genau, nach welchen Gesätzen sich diese sonderbare Abweichung richtet: aber so viel weiß man gewiß, daß dieselbe nicht nur in verschiedenen Gegenden verschieden ist, sondern auch in einer und eben derselben nicht stets einerlei bleibt, indem es immer nur etwa ein paar Stellen auf der ganzen Erdfläche giebt, wo die Axe des Magnets gerade in die Mittagslinie einspielt, wobei jedoch nicht zu vergessen ist, daß auch diese Stellen nicht stets in einer und eben derselben Gegend bleiben, sondern ebenfalls fortrücken. Hier zu Leipzig wird gedachte Abweichung jezt ohngefähr ein und zwanzig Grade, zu Berlin hin-

hingegen zwei und zwanzig, betragen, und zwar westlich. Aber zu Paris wich die Nadel im Jahre 1550 um acht Grad, und 1580 beinah gar zwölf Grad östlich von dem wahren Norden ab. Im Jahre 1610 hingegen war sie wieder bis auf acht Grad zurücke gekehrt, und 1666 hatte sie auch diese acht Grade vollends zurücke gelegt, indem sie nun gar keine Abweichung zeigte, aber nun auch sofort anfieng, westlich abzuweichen, so, daß im Jahre 1772 ihre westliche Abweichung daselbst schon beinah zwanzig Grad, oder den achtzehnten Theil der ganzen Kompaßperipherie betrug, und bisher immer noch um einige Grade größer ward. Gegenwärtig ist sie jedoch ohnfehlbar auch schon aufs neue auf ihrer Rückkehr begriffen; denn über 25 oder 26 Grade findet man weder die östliche noch westliche Abweichung jemals.

Bei der Insel Canney neben Schottland, in der Hudsonsbay, und an einigen andern Stellen der Erdfläche, soll die Magnetnadel gar keine bestimmte Richtung haben, sondern in jeder Lage stehen bleiben, in die man sie stellt. Wenn also dieses gegründet ist: so geschiehet es vermuthlich deswegen, weil da die magnetische Kraft von allen Seiten gleich stark auf sie wirkt.

Nach

Nach andern neuen Beobachtungen der Naturforscher ist ihre Abweichung auch sogar einer täglichen Veränderung unterworfen. Vormittags nämlich gehet sie in unsern Gegenden um einen geringen Theil eines Grades weiter gegen Westen, und nachmittags eben so viel wieder gegen Osten, welche Veränderungen man aber freilich an den gewöhnlichen Magnetnadeln nicht wahrnehmen kann, weil sie zu klein dazu sind.

Wenn man sich eine stählerne Nadel dergestallt zubereiten läßt, daß ein feiner Stift gerade durch ihren Mittelpunkt gehet, so, daß die Nadel mit beiden Enden dieses feinen Stiftes auf einer gehörigen Unterlage wie ein feiner Waagebalken waagerecht liegen bleibt: so sinkt auf der nördlichen Hälfte der Erdkugel ihr nördlicher, auf der südlichen hingegen ihr südlicher Arm beträchtlich nieder, sobald man ihr die magnetische Kraft ertheilt, und es läßt also, als ob sie dadurch sogar einen Ueberschuß an Gewicht erhalte. Daher muß man auch bei uns Nordländern den nördlichen Arm der Nadel, die man zu einem Kompaß gebrauchen will, ein wenig dünner machen, als den südlichen; denn außerdem würde sie, mit ihrer nördlichen Spitze

auf dem Boden der Kapsel herum schleifen, und folglich sich nicht frei genug bewegen können.

Den Bogen, um welchen sich eine solche ganz freihangende magnetische Nadel gegen den Erdboden herab neigt, pflegt man auch nach Graden des Kreises zu messen, und mit dem Namen der Neigung oder Inclination zu belegen, um dadurch diese besondere Eigenschaft von der vorhin erwähnten Deklination oder Abweichung desto bestimmter zu unterscheiden. Tab. XVI, Fig. 2 stellt eine solche Inklinationsnadel vor. Sie hängt in einem mössingenen Ringe, welcher auf dem einen Quadranten in die gewöhnlichen Grade eingetheilt ist, und welcher allemal so hangen muß, daß er in die magnetische Mittagslinie einspielt.

Nahe am Aequator ist gedachte Neigung freilich nicht sehr merklich: aber je weiter man nach Norden oder Süden kömmt, um so viel größer wird sie, indem sie in den hiesigen Gegenden schon über sechzig Grade, und jenseit des Aequators, in eben der Breite, fast eben so viel beträgt: ja an einigen Stellen der Erde stehet sie sogar vollkommen senkrecht.

Auch die Nadel des Kompasses neigt sich, wie gesagt, auf der nördlichen und südlichen

Hälfte

Hälfte der Erde bald mehr bald weniger. Daher müssen die Schiffer den einen oder den andern Arm derselben bald mehr, bald weniger mit Wachs belästigen, so, wie sie in andere und andere Gegenden kommen, weil sie sonst nicht allenthalben auf ihrem Stifte recht horizontal herum spielt.

Elektrisirt man eine Magnetnadel: so geräth sie in Bewegung, und läuft zuweilen gar durch ihren ganzen Kreis herum. Auch die Gewitter und Nordscheine bringen dergleichen Wirkungen in ihr hervor. Und hierdurch sind einige Naturforscher auf die Gedanken gerathen, daß die Ursache der magnetischen Erscheinungen vielleicht in weiter nichts, als in der elektrischen Materie zu finden seyn dürfte. Allein eine mössingene Nadel drehet sich ebenfalls, wie die Magnetnadel, kreisförmig um, wenn sie, wie diese, auf einem Stifte ruhet und elektrisiret wird. Mithin wird sich die Magnetnadel bei Gewittern und Nordlichtern wohl nur deswegen bewegen, weil sie aus Metall bestehet, und weil die Gewitter und Nordlichter elektrische Erscheinungen sind.

Der natürliche Magnet kann vermittelst zweier Stahlplatten, die man an seine Pole

bindet, ungemein verstärkt werden. Dieß kommt vorzüglich daher, weil sich dann die ganze anziehende Kraft, welche vorher durch den Magnet vertheilet ist, gleichsam in diese beiden Platten und in die daran befindlichen beiden Füße ziehet. Man sagt alsdann: ein solcher Magnet, wie hier, Tab. XVI, Fig. 3, vorgestellet ist, sey armirt oder bewaffnet, weil da die magnetische Kraft aus den natürlichen Polen A und B durch die angelegten Stahlplatten in die Füße D und C, oder in die sogenannten künstlichen Pole übergehet, und nun in diesen weit stärker, als in den natürlichen wirkt. Magnete, welche unbewaffnet kaum einige Loth erhalten können, ziehen bewaffnet wohl zehen Pfund, wenn man ein glattes Eisen CD an die Pole legt, und an dieses das Gewicht hängt. Ja Du Lieu, ein ehemaliger französischer Jesuit, soll einen solchen Stein gehabt haben, welcher bewaffnet wohl zwanzig Centner, unbewaffnet hingegen kaum einige Pfunde zu erhalten im Stande gewesen seyn soll. Im übrigen ziehet zwar ein Magnet gewöhnlich desto mehr, je größer er ist: allein zuweilen ziehet auch der kleinere mehr, als der größere, wovon die Ursache in der besondern Mischung ihrer Bestandtheile zu suchen ist. Ein guter Magnet muß mehr zu ziehen im Stande

seyn,

seyn, als er selbst wiegt: ziehet er weniger, so gehört er zu den schlechtesten.

Viele eiserne Stäbe werden magnetisch, wenn sie im Freien sehr lange vertikal stehen, wie auch, wenn man sie glühet und plötzlich in kaltem Wasser ablöscht, oder wenn man sie bricht, stößt, reibt, feilt, hämmert, preßt, und so weiter. Uhrmacher erfahren dieses oft zu ihrem Verdruß; denn ihre feinen Zangen werden beim Gebrauche fast immer magnetisch, und lassen sodann die feinen stählernen Stiftchen, die man damit anfasset, nicht gern wieder fahren. Am leichtesten nehmen jedoch eiserne Stäbe die magnetische Kraft an, wenn man sie mit einem und eben demselben Pole eines Magnets vermittelst eines starken Druckes nach einerlei Gegend streicht, und auf diese Weise verfertigt man die sogenannten künstlichen Magneten, welche an Stärke die natürlichen oft sehr weit übertreffen.

Feuerflammen, Blitze, und andere starke elektrische Schläge verstärken zuweilen die natürlichen Magneten sowohl, als die künstlichen außerordentlich, zuweilen vernichten sie aber auch ihre Kraft gänzlich. Oft verändern sie jedoch auch nur die Pole derselben, indem sie den südlichen

lichen in den nördlichen, diesen hingegen in jenen verwandeln.

Es fragt sich also fürs erste: worin bestehet wohl die Ursache jener besondern Anziehung, die der Magnet gegen das Eisen, oder andere Magneten zeigt?

Und hierauf antworten einige Naturforscher, daß die magnetische Kraft überhaupt in einer besondern sehr feinen Materie bestehe, welche um jeden Magnet ungemein schnell herum wirbele, indem sie durch den einen Pol desselben hinnein, durch den andern hingegen wieder heraus fahre, und auf solche Weise alles Eisen mit sich fortreiße, welches ihr im Wege liegt. Um aber die Existenz dieser feinen Materie, die eine Art von Aether seyn soll, gleichsam zu beweisen, pflegen sie auf eine dünne Glastafel, worunter ein Magnet liegt, ein wenig Eisenfeilstaub zu streuen; denn alsdann bewegen sich die einzelnen Stäubchen desselben augenscheinlich, und versetzen sich selbst in eine ordentliche wirbelförmige Lage, die den ganzen Magnet umgiebt, ohngefähr so, wie an diesem Bilde, Tab. XVI, Fig. 4, zu sehen ist.

Auf Gold, Silber, Glas, und andere Körper, wirkt aber, sagt man, diese ätherische

Ma-

Materie deswegen nicht, weil sie durch die Poros derselben, wegen ihrer erstaunlichen Feinheit, wie Wasser durch ein Sieb, ganz frei und ungehindert hindurch fähret, und folglich sie keinesweges mit sich gegen den Magnet fortreißen kann. Bei den Magneten selbst hingegen sollen diese Pori mit ordentlichen, aber freilich ewig unsichtbaren Klappen versehen seyn, die sich nur vorwärts, nicht aber hinterwärts öffnen, wofern sie nicht etwa durch die Kraft eines andern sehr starken Magnets mit Gewalt zurückegestoßen oder gleichsam umgekehrt werden. Mit solchen Klappen, welche, wie an diesem Bilde, Tab. XVI, Fig. 5, abzunehmen ist, von einem Pole zum andern ordentlich reihenweise stehen sollen, wäre nun auch das Eisen ausgerüstet, und mithin müsse die magnetische Materie nothwendig auch in dieses, wie in den Magnet selbst wirken. Denn auf solche Art, sagt man, könne ja dieselbe nicht nur durch den einen Pol N leicht einströmen, sondern auch durch den andern S eben so leicht wieder heraus fahren, da sich die Klappen von N gegen S öffnen, und ihr folglich den Durchgang verstatten. Halte man aber dem Strome dieser feinen Materie, heißt es ferner, den Pol S entgegen: so drücke sie gedachte Klappen, wie an dem Bilde

Tab.

Tab. XVI, Fig. 6 zu sehen, ein wenig zurück, und versperre sich dadurch den Weg selbst, woraus also sogleich erhelle, warum die gleichnamigen Pole eines Magnets allezeit einander von sich stoßen. Auch glaubt man, aus diesen magnetischen Strömen erklären zu können, wie es zugehet, daß der Magnet dem Eisen seine Kraft ertheilet, ohne selbst etwas dadurch zu verlieren. Anfänglich sollen nämlich die gedachten Klappen im Eisen, wie hier, Tab. XVI, Fig. 7, verschlossen seyn, und nur dann erst geöffnet werden, wann ein Strom der magnetischen Materie entweder plötzlich und mit großer Gewalt, oder doch sehr anhaltend nach einer und eben derselben Richtung darauf drükt. Wenn also, sagt man, der magnetische Strom von S herkömmt: so muß er diese Klappen gegen N fortstoßen, indem er sie im Gegentheile nach S öffnet, wenn er von N herkömmt. Ja ein sehr starker Strom soll sogar im Stande seyn, die gegen ihn gerichteten verschlossenen Klappen, Fig. 6, so zu drängen und zu biegen, daß diese endlich rückwärts aufspringen, folglich ihn hindurch lassen müssen. Und hieraus erhelle, sezt man hinzu, warum ein sehr starker Magnet die Pole eines minder starken sogar umzukehren im Stande ist.

Alles

Alles dieses ist aber nur die Meinung einiger Naturforscher bisher gewesen.

Andere hingegen behaupten, daß dieselbe gar keinen Grund in der Natur selbst habe, und auf keine Weise aus den Erscheinungen, die wir an den Magneten wahrnehmen, richtig folge, sondern sogar mit sich selbst in vielen Stücken im Widerspruch stehe. Alle hierüber angestellte Versuche und Erfahrungen, sagen diese, lehren bloß, daß der Magnet angeführte Wirkungen äußere, keinesweges aber, daß er eine besondere Materie dazu nöthig habe, und aus Klappen, oder gar aus besondern Schraubengängen bestehe.

Auch nimt man in der That fälschlich an, daß keine Materie bewegt werden könne, woferne nicht eine andere Materie an sie stoße. Mithin schließt man auch fälschlich, daß der Magnet nothwendig eine besondere sich bewegende Materie erfodere, um Eisen an sich zu ziehen, und Eisenstaub in eine wirbelförmige Lage um sich zu ordnen. Denn wodurch wird wohl nun diese besondere Materie selbst in ihrem Wirbel um den Magnet herum getrieben? Etwa durch eine ihr eigene Kraft, welche wir weiter aus nichts, als nur aus ihren Wirkungen erkennen? Gut. Aber warum soll denn diese

Kraft

Kraft nicht vielmehr auf Eisen und Magnet eben so leicht, wie die Schwere auf alle Körper, wirken können, da sie doch einmal auf Materie wirken muß? Und wozu soll also jene ganz aus der Luft gegriffene ätherische Materie dienen, gegen deren Existenz ohnehin sich noch viele andere Einwendungen machen lassen?

Wir müssen also wohl zugeben, daß wir eigentlich gar nicht wissen, auf welche Art und Weise die magnetischen Erscheinungen von der Natur bewirkt werden. Und jene magnetischen Klappengänge, die sich in den magnetischen oder eisenhaltigen Körpern befinden sollen, sind ebenfalls nur, wie man mit vielen Gründen behaupten kann, in der menschlichen Einbildung, keinesweges aber im Eisen und Magnete selbst zu finden, so, wie auch die Schraubengänge, welche des Cartes im vorigen Jahrhunderte dem Magnete, und die schraubenähnlichen Theilchen, die er der magnetischen Materie zugeeignet hat, unzuhintertreibenden Widersprüchen unterworfen sind.

Aber nun fragt sichs fürs zweite auch: warum die Erde selbst als ein Magnet wirkt, und warum die Richtung, nach welcher sie andere Magnete ziehet, nicht immer genau nach Norden

den gehet, sondern in den meisten Gegenden beträchtlich davon abweicht, und zwar einmal mehr, das andere mal weniger?

Und um diese Fragen zu beantworten, behaupten die Gelehrten, daß der Erdball selbst von magnetischer Natur sey, oder vielmehr, daß ohngefähr in seiner Mitte ein großer Magnet liege, dessen Axe der Erdaxe nicht parallel sey, sondern einen Winkel mit ihr mache, und welcher überdieses eine eigene sehr langsame Bewegung habe.

Wider diese Meinung läßt sich nun fast gar nichts einwenden. Denn fürs erste kommen ja alle die kleinern Magneten, deren wir uns bedienen, aus dem Schooße der Erde, und mithin ist auch gar nicht zu zweifeln, daß dieselbe in ihrem Innersten einen sehr großen Magnet enthalten könne, der aber freilich in einer zu großen Tiefe liegen muß, als daß die Menschen ihn jemals zu entdecken im Stande sind. Und fürs zweite läßt sich auch nicht nur die verschiedene und veränderliche Abweichung der Magnetnadel, sondern auch ihre verschiedene Neigung daraus ganz deutlich erklären, ja sogar berechnen.

Das einzige ist nur nicht zu begreifen, daß dieser große Magnet eine eigene Bewegung ha-

ben soll. Denn da müßte der Erdball inwendig eine große Höhlung, wie ein sehr großes Gewölbe haben, und in diesem Gewölbe müßte der große Magnet ganz frei schweben, und sich ohngefähr auf die Art bewegen, wie die Erde im Himmelsraume sich bewegt. Nun kann man aber aus andern Gründen behaupten, daß der Erdball keinesweges hohl sey, sondern vielmehr, wenigstens in seinem Innersten, aus einer soliden Masse bestehe. Mithin wird wohl jener große Magnet in dieser soliden Masse eben so vest, wie der Grundstein eines großen Gebäudes, eingeschlossen liegen, und sich also eben so wenig, wie dieser bewegen.

Daher kann auch wohl der Erdball in seinem Innern aus mehrern sehr großen Magneten bestehen, deren Axen zwar hauptsächlich nach Süden und Norden liegen, aber doch weder unter sich, noch auch der Erdaxe völlig parallel sind. Auch kann bekanntlich ein stärkerer Magnet einem schwächern seine Kraft ertheilen, und ihn stark machen, so, wie der schwächere dem stärkern seine Kraft schwächen kann, wenn er nicht unter der erfoderlichen Richtung auf ihn wirkt. Folglich ist es vielleicht wohl möglich, daß jene großen unterirdischen Magneten ihre Kräfte selbst

nach

nach einer gewissen Ordnung verwechseln, so, daß immer einer nach dem andern der stärkste ist, und sofort wieder schwächer wird, sobald er seine größte Kraft erreicht hat.

Und hieraus wäre leicht zu begreifen, warum die Magnetnadel nicht nur überhaupt fast in allen Gegenden der Erde vom wahrem Norden beträchtlich abweicht, sondern auch, warum ihre Abweichung an einer und ebenderselben Stelle bald mehr bald weniger beträgt, ohne daß man erst nöthig hat, eine so unwahrscheinliche eigenthümliche Bewegung jenes einzelnen großen unterirdischen Magnets anzunehmen.

Dennoch ist auch diese leztere Meinung von den mehrern großen Magneten einigen Schwierigkeiten unterworfen, und folglich ist es wohl am besten, wenn wir gestehen, daß wir dieses Naturgeheimniß eben so, wie manche andere, nicht zu ergründen im Stande sind.

Noch ist zu bemerken, daß man auch Magnetsteine findet, welche mehr, als zwei Pole haben, und anomalische oder zusammengesezte Magnete heißen. Sie bestehen auch in der That gleichsam aus mehrern kleinern Magneten, welche, wenn sie auf eine geschickte

Weise von einander getrennet werden, einzeln genommen immer nur zwei Pole zeigen.

Nächstens wollen wir die Lufterscheinungen betrachten, sezte Philalethes hinzu, indem er die heutige Vorlesung schloß.

---

## Drei und zwanzigste Unterhaltung.

### Von den Lufterscheinungen.

Unter den Lufterscheinungen, oder Meteoren, begann Philalethes aufs neue, verstehet man alle diejenigen sichtbaren Veränderungen, die sich in der Atmosphäre unserer Erdkugel ereignen.

Man unterscheidet, fuhr er fort, hauptsächlich dreierlei Gattungen derselben. Diejenigen, welche bloß von wäßriger Natur sind, und keinen besondern Glanz zeigen, führen den Namen der wäßrigen Meteoren, indem andere, welche ihr Licht zwar auch von den großen Weltlichtern borgen, dasselbe aber zugleich auf eine besondere Weise brechen und reflektiren, folglich ungemein glänzen, leuchtende Lufterschei-

scheinungen heißen, so, wie endlich noch andere den Namen der feurigen darum erhalten, weil sie allemal vermittelst ihres eigenen Lichtes erscheinen, und Kennzeichen eines wirklichen Feuers bei sich führen.

Was nun die Gattung der wäßrigen Lufterscheinungen betrifft: so gehören dahin die Dünste und Wolken, wie auch der Thau, Reif, Nebel, Regen, Schnee und Hagel.

Ihr wisset schon, daß die Luft ein Auflösungsmittel aller Materien, besonders aber des Wassers ist. Lezteres löset sie aber sehr begierig auf, und nimt stündlich eine ungeheure Menge desselben aus den Meeren und Flüssen sowohl, als aus den Thieren und Gewächsen, in Gestallt und unter dem Namen der Dünste in sich. Daher kömmt es, daß das Wasser in den Geväßen unter Dach und Fach allmählich vertrocknet, und hingeworfene Gewächse nach und nach verdorren. Man pflegt zuweilen zu sagen, das Wasser trockene ein: man sollte aber vielmehr sagen, es trockene, oder dünste aus; denn es kriecht nicht in die Geväße hinnein, sondern in die Luft hinauf. Bei den Thieren ist diese Ausdünstung besonders groß, indem jeder erwachsene gesunde Mensch täglich vier bis fünf

Pfund wäßrige Theilchen durch seine Poros in die Atmosphäre sendet. Wenn also in Leipzig 36 000 Menschen wohnen: so steigen täglich in dieser Stadt wohl 1300 Centner wäßrige Theilchen von den Menschen allein empor, ohne was die Hunde, Esel, Pferde, und andere Thiere ausdünsten. Daß aber auch die Gewächse sehr stark ausduften, das kann man an den gläsernen Glocken bemerken, die man über wachsende Pflanzen stürzt, und sie gut verwahret, so daß die Dünste nicht heraus können; denn da wird man schon in wenigen Minuten gewahr, daß die innere Fläche des Glases mit Schweiß überzogen wird, welcher sich bald in ordentliche Tropfen anhäuft. Auch darf ich wohl nicht erst erinnern, daß kalte und reine Luft mehr Dünste aufzunehmen vermag, als warme und unreine, oder daß die wäßrigen Dünste sich immer nach der kältern Luft ziehen; denn dieß habe ich schon ohnlängst ausführlich gezeigt. Und eben so wisset Ihr auch schon, daß die Ausdünstung von großer Wärme nur deßwegen befördert wird, weil diese das Wasser erst in Dämpfe verwandelt, welche sich sodann in der kühlen oder kalten Luft, zu der sie empor steigen, desto leichter in wahre Dünste auflösen.

Nun wird aber bei Tage nicht nur der Erdboden, sondern auch die untere Luft von dem Sonnenlichte ziemlich gleichförmig erwärmt, indem nur die obersten Luftregionen von dieser Erwärmung, so zu sagen, nichts empfinden, sondern Tag und Nacht einerlei Temperatur behalten. Mithin steigen gewöhnlich die Dünste bei Tage wegen ihrer Leichtigkeit hoch empor, und suchen die kältern Luftregionen daselbst auf, mit welchen sie sich innigst vermischen, und sodann gänzlich unsichtbar werden. Hieraus ist aber klar, daß die Luft, wenigstens in ihren mittlern Regionen, auch bei ganz heiterem Himmel stets mit vielen wäßrigen Dünsten gesättiget seyn muß. Bei Anbruch der Nacht hingegen werden die mittlern Luftregionen von den Sonnenstralen eine gute Weile lang noch erleuchtet und erwärmt, nachdem die unterste Luft sowohl, als der Erdboden selbst, schon von ihnen verlassen, und kühle geworden ist. Folglich können die mittlern Luftregionen, die nun dünner und wärmer, als die untersten sind, jezt keine aufsteigende Dünste mehr in sich nehmen und auflösen, sondern müssen dieselben vielmehr sofort fallen lassen, und einen sichtbaren Niederschlag bilden. Diese wäßrigen Dünste schweben also nun ganz nah über dem Erdboden, wo sie sich anhäufen,

und wegen ihrer zu großen Menge, auch aus den Poris dieser untern Luft großentheils heraustreten, folglich sichtbar werden, indem sie nun in Gestallt eines feinen Nebels oder Duftes erscheinen. Dieser Duft hängt sich in Form kleiner Wassertröpfchen an die im Freien befindliche Körper, und führt alsdann den Namen des Abendthaues, welcher sich daher freilich nur hauptsächlich im Sommer und bei heiterem Wetter zeigen kann.

Bald nach völligem Untergange der Sonne hingegen werden auch den mittlern und höhern Luftregionen die Lichtstralen entzogen. Mithin kühlen sich nun diese wieder eben so ab, wie kurz vorher die untersten. Dadurch werden sie also wieder etwas dichter, und nehmen folglich die aufsteigenden Dünste aufs neue in sich, das heißt: der Thau steigt nun wieder empor, und hieraus erhellet zugleich, warum er immer etwa nur eine Stunde lang fällt.

Mit dem Morgenthaue hat es beinah eben diese Bewandtniß. Die höhern und mittlern Regionen der Atmosphäre werden nämlich von der aufgehenden Sonne eher erwärmt und verdünnet, als die untersten, folglich lassen sie einen großen Theil der in ihnen aufgelösten Wasser-

fertheilchen als Dünste fallen. Diese treffen im Herabfallen mehrere Dünste an, mit welchen sie sich verbinden, und nun in Form eines Nebels den Erdboden erreichen. Hier benetzen sie das Gras und andere glatte Sachen, die mit ihnen in Verwandtschaft stehen, und bilden jene schönen Tropfen des Morgenthaues, welche bei heiterer Witterung die Stralen der aufgehenden Sonne so herrlich in ihre Farben zerlegen, und so oft von den Dichtern besungen werden.

Wenn diese herabsinkenden Dünste gefrieren, ehe sie in Tropfen zusammen fließen, wie im Frühlinge und spät im Herbste oft geschiehet: so überziehen sie Gras und Laub gleichsam mit einem weißen lockern Schleier, welcher den Namen des Reifes führet.

Nun erwärmt aber die aufgegangene Sonne den Erdboden wieder, welcher dann auch seine Wärme der zunächst an ihm liegenden untern Luftregion ertheilt. Mithin wird nun diese wieder wärmer, als die obere, gegen welche daher der Morgenthau als ein feiner Nebel wieder empor steigt, und sich aufs neue in ihr auflöset, folglich wieder unsichtbar wird.

Zuweilen ist jedoch dieser Nebel zu dicht und zu grob, als daß die obere Luft ihn gänzlich

in ihre Poros aufnehmen kann, und in diesem Falle steigt er nur bis zu einer geringen Höhe empor, ohne sich gänzlich aufzulösen und unsichtbar zu werden. Wird er nun in diesen mittlern Luftregionen von den Winden in Stücken zerrissen: so erscheinen uns diese Stücken unter dem Namen der Wolken, die also darum nur so dicht und glänzend sich zeigen, weil sie weit von uns entfernt sind, und von dem Sonnenlichte sehr stark erleuchtet werden. Erhebt sich aber der Nebel ohne sich dabei zugleich in Stükken zu zertheilen, welches jedoch gewöhnlich nur dann geschiehet, wann der Wind nicht merklich wehet: so sagt man bloß, der Himmel trübe sich, und auf solche Weise pflegt man eine gleichförmig trübe Luft von einer wolkigten Luft zu unterscheiden.

Auch siehet man zuweilen Wolken entstehen, die in wenigen Minuten den ganzen Gesichtskreis umhüllen, wenn auch gleich kein sichtbarer Nebel vom Erdboden aufsteigt. Dieses kömmt daher, weil die mittlern Luftregionen selbst von den Winden und andern Ursachen zuweilen plötzlich verdünnet oder aufgelockert werden, folglich einen großen Theil jener wäßrigen Dünste aus ihren Poris plötzlich absetzen. Denn lockere

Luft

Luft kann bei weitem nicht so viel Wasser auflösen, als dichte. Hat sich also eine dichte Luft bereits mit wäßerigen Dünsten gesättigt, so läßt sie nothwendig sogleich eine große Menge derselben in Gestallt eines kühlen Dampfes oder sichtbaren Nebels fallen, sobald sie verdünnet wird. Mithin müssen freilich oft eine große Menge solcher Dünste, die vorher vollkommen aufgelöset, folglich unsichtbar sind, als Nebel sichtbar werden; welcher dann den Horizont entweder gleichförmig umhüllet, oder ihn bloß mit Wolken behängt.

Wolken und Nebel sind also einerlei Sachen, weil beide aus verdichteten Dünsten, oder vielmehr aus kühlen Dämpfen bestehen, die nichts anders, als zusammengehäufte sehr feine und inwendig wahrscheinlich mit elektrischer Materie angefüllte Bläschen sind. Wer daher in einem Nebel gehet, der gehet in einer Wolke; und wer sich auf Bergen in Wolken befindet, der siehet weiter nichts, als Nebel um sich. Denn wir geben dem Nebel nur dann den Namen der Wolken, wann wir ihn in einer beträchtlichen Höhe über uns wahrnehmen, und zwar darum, weil er alsdann ziemlich dicht und undurchsichtig erscheint, so, wie er uns auch

oft

oft ungemein dicht und wie eine Wolke vorkömmt, wenn wir ihn in beträchtlicher Entfernung auf dem Erdboden liegen sehen. Prächtig ist also sein Anblick bei Aufgang der Sonne auf hohen Bergen, zwischen welchen sich angebauete fruchtbare Thäler befinden. Denn da erscheint nicht selten die ganze Gegend gleichsam wie ein silbernes Meer, welches die Thäler gänzlich erfüllet, und woraus bloß die Gipfel der Berge, oder etwa hohe Thürme empor ragen, und von dem Glanze der aufgehenden Sonne an der Ostseite gleichsam vergoldet sich zeigen, an der Westseite hingegen mit einem desto stärkern Schatten begrenzt sind, wodurch die Pracht dieses Wolkenmeeres noch mehr erhöhet wird.

Bei gleichförmigen sanftem Winde, welcher anhaltend aus einer und eben derselben Gegend wehet, sind nicht nur die obern, sondern auch die mittlern Luftregionen, am Tage sowohl als in der Nacht, allezeit beträchtlich kalt, und mithin dicht genug, um empor steigende Dünste in sich zu nehmen und aufzulösen. Ja diese obern Regionen nehmen dann sogar auch oft noch diejenigen verdichteten Dünste auf, und machen sie unsichtbar, welche nah am Erdboden als Nebel, und in der mittlern, schon gesättigten

tigten Luft als Wolken, sich zeigen. Daher siehet man oft kleine Wolken mitten am Himmel in einigen Minuten gänzlich verschwinden, und zuweilen den ganzen behangenen Horizont sich aufheitern, ohne daß der Wind etwa die Wolken verjagt. Aber schnell abwechselnde Wärme und Kälte, gegen einander stoßende Winde, und andere Ursachen mehr, können auch die gedachten mit Wassertheilchen gesättigten Luftregionen gar bald wieder verdünnen, und auf andere Weise verändern, so, daß nun ein Niederschlag erfolgen muß, der sich anfänglich aufs neue in Wolkengestalt zusammen ziehet, folglich die Luft oder sein Auflösungsmittel trübt, hernach aber gar in Tropfen zusammen fließt, welche nun den Regen bilden.

Die Regentropfen sind sehr groß, wenn sich die Dünste aus ungemein großen Höhen präcipitiren. Denn da treffen die Tropfen während ihres hohen Falles auch noch viele wäßerige Theilchen in den niedrigern Luftregionen an, die sich sofort mit ihnen vereinigen, und sie folglich vergrößern. Alsdann ist aber auch ihre Geschwindigkeit, mit welcher sie den Erdboden erreichen, oft sehr groß, und machen denjenigen Regen aus, den man Platzregen nennet, weil

sie

sie auf den Dächern und Straßen ein prasselndes Geräusch erregen.

Die Strichregen entstehen bloß aus einzelnen vorüberziehenden Regenwolken, so, wie im Gegentheile die Landregen aus vielen zusammenhangenden Wolken, die ein ganzes Land bedecken, ihr Daseyn erhalten.

Bei kühler Witterung und bei trüben Himmel hingegen steigen die Dünste nicht sehr hoch. Mithin fallen auch die Regentropfen, die sich etwa in einer so geringen Höhe erzeugen, nicht sehr tief, und hieraus erhellet, warum die Regentropfen bei kühler Witterung insgemein viel kleiner als bei warmen Wetter ausfallen und, sodann nur den sogenannten Staubregen bilden.

Da sich überdieses auch bei warmer Witterung sehr viele brennbare Dünste wegen ihrer ungemeinen Leichtigkeit, aus den irdischen Materien in die obern Regionen der Atmosphäre sehr hoch erheben, und hier in Vermischung mit reiner Luft zuweilen von elektrischen Funken entzündet werden, folglich eine Menge großer Wassertropfen dabei fallen lassen: so ist zugleich klar, warum sich dergleichen Platzregen vorzüglich nur im Sommer bei warmer Witterung einfinden.

Sind

Sind überdieses dergleichen wasserschwangere Wolken sehr groß, und werden sie etwa zwischen entgegengesezten Winden zusammen gepreßt, oder an hohe Gebirge getrieben: so geben sie sehr viel Wasser, und dieses koncentrirt sich auf einen sehr kleinen Raum, wo es dann gleichsam auf einmal aus den Wolken herab strömt, mithin dasjenige Meteor darstellet, welches man einen Wolkenbruch zu nennen pflegt.

Die unterste Luft ist zwar stets mit allerlei Dünsten gleichsam überladen, so, daß der Ueberschuß, der folglich nicht vollkommen aufgelöset ist, auch bei heiterem Wetter fast immer einen feinen Nebel bildet, nur daß wir diesen Nebel bei klarem Himmel gewöhnlich nicht bemerken, weil ihn dann die Sonne allenthalben gleich stark erleuchtet. Wenn aber der Himmel mit unterbrochenen Wolken behangen ist: so werfen diese ihren Schatten in die unterste Luft, so, daß der gedachte unter ihnen befindliche feine Nebel nicht so stark, als in den wolkenfreien Stellen beleuchtet werden kann. An diesen leztern Stellen also, wo die Sonnenstralen zwischen den Wolken, welche vor unsern Augen die Sonne selbst verbergen, auf den Erdboden herab fahren, wird uns jener Duft sichtbar, und erscheint

scheint in Gestallt lichter Streifen, die den Namen der Sonnenruthen führen, von einigen unwissenden Menschen aber, welche sagen, daß die Sonne daselbst Wasser ziehe, wohl gar für wirkliche Wasserstralen gehalten werden. Daß im übrigen diese Sonnenruthen oben an den Wolken nahe beisammen, unten am Erdboden hingegen weit auseinander zu stehen scheinen, das kömmt bloß daher, weil ihre obern Enden allemal viel weiter, als ihre untern, von uns entfernet sind, und folglich sich gegen die Wolken hin eben so perspektivisch zusammen ziehen, wie sich die Bäume einer langen Allee desto enger zusammen zu ziehen scheinen, je weiter sie von uns abstehen.

Auch wisset Ihr schon, daß man Wasser im wärmsten Sommer bloß durch verstärkte Ausdünstung in Eis verwandeln kann. Da nun große Sommerhitze die Verdampfung und Ausdünstung aller feuchten Körper außerordentlich befördert: so ist leicht einzusehen, warum die wäßrigen Dünste, auch sogar in den wärmsten Sommertagen sofort gefrieren, sobald sie aus der untersten warmen Luftregion in die obern, an sich schon kältern Gegenden gelangen. Diese obern Luftschichten werden aber auch von den zu häufig

auf-

aufsteigenden Dünsten gar bald gesättigt, und lassen mithin ihren Ueberschuß, der nun schon gefroren ist, sofort wieder fallen. An diese herabfallenden Eistheilchen, die oft einen viel tiefern Grad von Kälte haben, als der bloße Gefrierpunkt besagt, hängen sich unterwegens noch andere Dünste, die zum Theil jezt noch nicht gefroren sind, nun aber auch gefrieren. Dann fallen sie in Form des Hagels vollends herab, davon jedes Korn inwendig aus einem schneeartigen Kern bestehet, welcher auswendig mit einer durchsichtigen Eisrinde überzogen ist. Nach sehr großer Hitze bilden sich oft sehr große Hagelkörner, die zuweilen die Größe der Welschnüsse, ja sogar der Hühnereier erreichen, und Schlossen genannt werden. Aber im Frühlinge, wann die Witterung noch zu kühl ist, als daß die Dünste hoch genug empor steigen können, da erreichen sie gewöhnlich nur die Größe der Erbsen, und werden an einigen Orten mit dem Namen der Graupen belegt.

Starker Wind kann ziemlich große Hagelkörner eine geraume Weile in den höhern Regionen erhalten, und eine Wolke daraus bilden. Da nun ihre dicken Eisrinden, wie anderes Eis, meistentheils durchsichtig sind: so brechen sich in

ihnen die hindurchfahrenden Sonnenstralen, wodurch oft sonderbare Naturerscheinungen bewirkt werden, von welchen ich jezt nur diese anführen will, daß dann der Schatten der Zeigerstangen an den Sonnenuhren oft schnell eine große Strecke, ja zuweilen wohl um eine halbe Stunde zurücke gehet. Wer die Ursache davon nicht weiß, hält solche Erscheinungen für übernatürliche Begebenheiten; da doch bloß die Hagelwolke daran Ursach ist, welche sich vor die Sonne ziehet, und ihre durchfahrenden Stralen plötzlich sehr stark bricht.

Wenn endlich im Winter auch die untern und mittlern Luftregionen so kalt werden, daß die darin schwimmenden Wassertheilchen gefrieren: so hängen sie sich, indem sie niederfallen, nicht mehr tropfenweise, sondern vielmehr sternförmig aneinander, das heißt: sie krystallisiren sich, und bilden den Staubschnee, welcher jedoch bei gelinder Kälte in ziemlich großen Flokken den Erdboden erreicht, weil da die feinen einzelnen Staubschneekrystallen ein wenig aufthauen, und folglich an einander hangen bleiben, wenn sie beim Herabfallen zusammentreffen. Läßt man bei sehr strenger Kälte ein wenig Staubschnee auf einen eben so kalten schwarzen

Kör-

Körper fallen, und betrachtet man dann diese kleinen Krystallen mit einem Vergrößerungsglase, ehe sie zerschmelzen: so kann man ihre verschiedenen stern- und feder-förmigen Figuren ganz deutlich wahrnehmen. Hier habe ich, Tab. XVII, nur achterlei solche Figuren abgebildet, es giebt aber deren noch weit mehr, die jedoch in den Hauptzügen von diesen fast gar nicht abweichen. Die obersten vier, oder no. 1, 2, 3, 4 sind wirklich am Staubschnee, die untersten vier hingegen, oder no. 5, 6, 7, 8 sind am Reife beobachtet worden; denn Schnee und Reif unterscheiden sich nur darin, daß dieser sich erst ganz nah am Erdboden bildet, indem jener schon in einer beträchtlichen Höhe seine Gestallt erhält.

Weiß erscheint im übrigen der Schnee deswegen, weil er gewöhnlich von dem weißen Sonnenlichte erleuchtet wird, und weil seine Theilchen keine glatte Ebene bilden, folglich das unzerlegte weiße Licht in jedem Punkte nach allen Gegenden reflektiren. Wird er daher bloß von der Morgenröthe oder von einem rothen Nordlichte erleuchtet: so erscheint er roth.

Ehemals zählten auch viele Menschen den sogenannten Mehl- oder Honig-Thau, ferner

den sogenannten Schwefel- und Blut-Regen, ja sogar den fliehenden Sommer zu den Lufterscheinungen, die sich aus Dünsten erzeugen.

Allein der Mehl- und Honig-Thau kömmt bloß von verschiedenen kleinen Insekten, besonders von den Blattläusen her, die sich bei gewissen für sie vortheilhaften Winden fast in unendlicher Menge entwickeln, und mit ihrem Auswurfe, der beinah so süß wie Honig ist, oft alle Baumblätter einer ganzen Gegend überziehen. Dieser kleberige Saft, um welchen sich vorzüglich die Ameisen häufig versammlen, weil sie ihn sehr gerne essen, fällt zuweilen sogar tropfenweise von den Bäumen, und giebt, wenn er eintrocknet, jene gelblichen süßen Körner, die wir Manna nennen. An sich ist also der Honigthau den Gewächsen unschädlich. Aber da die Insekten sich von den Säften derselben ernähren, und sie ihnen entziehen: so kann ihn der Landmann freilich nicht als eine Wohlthat betrachten.

Schwefelregen hingegen zeigt sich an solchen Orten, wo viele Blüthen so eben verblühet haben, und wo der Wind ihren Antherenstaub in den dabei fallenden Regen treibt. Nach abgelaufenem Regenwasser findet man nämlich oft

ein

ein gelbes nasses Pulver hin und wieder auf dem Erdboden, welches dann von manchen Menschen für Schwefel gehalten wird, gewöhnlich aber nichts weiter als gedachter Antherenstaub ist. Nur in den Gegenden der feuerspeienden Berge sublimirt sich oft Schwefel bis zu den Wolken: und in solchen Gegenden muß er freilich im Regen in Form der Schwefelblumen zuweilen wieder herab fallen.

Blutregen bestehet wirklich aus Bluttropfen, die aber keinesweges aus den Wolken fallen. Gewisse Arten der Schmetterlinge flecksen sie bloß zur Begattungszeit auf die Sträucher und Bäume, und beschmuzen fast alle Blätter damit so sehr, daß es läßt, als ob sie in der That mit einem blutigen Regen besprengt wären. Dieß geschiehet aber, wie leicht zu erachten, nur dann, wann es eine sehr große Menge solcher Schmetterlinge giebt.

Der fliehende Sommer endlich bestehet bloß aus feinen Fäden, womit im Herbste die Erdspinnen die Stoppeln und Wiesen überziehen, um Fliegen und andere Insekten daran zu fangen. Bei trockenem Wetter heben dann die spätern Herbstwinde dieselben in die Höhe und führen

sie weit und breit umher, so, daß man sie zuweilen auch in den Städten selbst ziehen siehet.

Zu den glänzenden Meteoren pflegt man den Regenbogen, die Morgen- und Abend-Röthe, den Hof um den Mond und andere große Himmelskörper, wie auch die Nebensonnen und Nebenmonden zu zählen.

Das prächtigste aller Meteoren ist ohnstreitig der Regenbogen. Er entstehet, wenn es an dem einen Ende des Horizontes regnet, und wenn gegen über die Sonne nicht mit Wolken bedeckt erscheint. Aber die Sonne darf dabei nicht sehr hoch über dem Horizonte stehen, und eben daher kömmt es auch, daß wir in unsern Gegenden in den Mittagsstunden keinen Regenbogen bemerken. Denn im Sommer stehet sie um die Mittagszeit viel zu weit vom Horizonte ab, und im Winter ist sie entweder selbst gegen Süden hin mit Wolken verhüllet, oder es regnet nach Norden zu nicht. Es erscheinen aber deren gemeiniglich zwei übereinander, davon der untere mit weit hellern Farben prangt, als der obere, so, daß dieser leztere oft gar nicht einmal zu sehen ist, wenn der erstere nur blaß erscheint; und aus diesem Grunde pflegt man auch dem untern den Namen des ordentlichen, dem

obern

obern hingegen den Namen des außerordentlichen Regenbogens beizulegen. Von dem ordentlichen kömmt nie etwas zum Vorschein, wenn die Sonne über 42 Grade hoch stehet. Aber von dem außerordentlichen kann schon ein kleiner Bogen sichtbar werden, wenn die Sonne 50 Grade über dem Gesichtskreis erhoben ist. Bei dem ordentlichen zeigt sich der äußere Rand hochroth, der innere hingegen veilchenblau, indem sich zunächst am rothen der gelbe, zunächst am veilchenblauen der hochblaue, und mitten zwischen dem gelben und hochblauen der grüne Streifen herum krümmt. Bei dem außerordentlichen aber erscheinen alle diese Farben in verkehrter Ordnung; denn da zeigt sich der veilchenblaue Streifen am äußern Rande, auf welchem gegen den innern hin der hochblaue, grüne, gelbe und rothe folgt. Beide farbige Bogen werden jedoch aus einerlei Ursachen, nämlich durch die Reflexion und Refraktion der Sonnenstralen in den Regentropfen erzeugt, wie aus diesem Bilde, Tab. XVIII, Fig. 1, deutlicher erhellen mag.

Bei A stehet ein Mensch, der seinen Rücken gegen die Sonne kehret, welche entweder nicht längst aufgegangen ist, oder bald untergehen

will. Ihr gegenüber ist ein Regenwetter vorgestellet, nach welchem der Mensch hinsiehet. Nun mögen die Regentropfen groß oder klein seyn, denn das ist hiezu völlig einerlei: wir wollen aber, um sie deutlich sehen zu können, annehmen, sie wären so groß, wie sie bei no. 1, 2, 3, 4, 5, 6, vorgestellet sind. Sie werden also alle von parallelen Sonnenstralen SD unmittelbar erleuchtet, und ein solcher Stral, der zum Beispiel in den Tropfen no. 1 fähret, gehet nicht gänzlich hindurch, sondern wird von der hintern Fläche desselben, wie von einem Spiegel, großentheils wieder zurücke geworfen, um an der vordern wieder in die Luft heraus zu treten, wobei er sofort gebrochen und in seine farbigen Stralen aufgelöset wird, wovon aber hier nur ein rother in das Auge dieses Menschen gelangen kann, indem die übrigen darüber hin gehen. Ein anderer Tropfen, no. 2, welcher niedriger schwebt, als jener, reflektirt und bricht zwar den Stral SD eben so, wie no. 1; aber nun fällt bloß ein grüner Theil von ihm in das Auge dieses Menschen, indem die übrigen Farben unter und über demselben vorbei fahren. Auf gleiche Art muß endlich auch der noch tiefere Tropfen no. 3 den Stral SD in seine Farben zerlegen, und folglich bloß einen Theil des veilchenblauen Lichtes

in das gedachte Auge leiten, indem die übrigen Farben dieses zerlegten Strales auf den Körper dieses Menschen, und zu seinen Füßen auf den Erdboden fallen, wo man sie aber darum nicht sehen kann, weil andere Regentropfen, die höher und niedriger schweben, ihre Farben auch dahin werfen, folglich durch die Vermischung daselbst bloß ungefärbtes Licht hervorbringen.

Was ich hier von den rothen, grünen und veilchenblauen Stralen gesagt habe, das gilt, unter der gehörigen Bedingung, wie leicht zu erachten, auch von den gelben und blauen. Denn man darf sich nur die Tropfen, die gelbes Licht nach A senden, zwischen no. 1 und 2, diejenigen hingegen, die hochblaues dahin senden, zwischen no. 2 und 3 vorstellen.

Der obere oder außerordentliche Regenbogen wird, wie gesagt, auf eben die Art erzeugt, jedoch mit dem Unterschiede, daß hier nur solche Sonnenstralen in unsere Augen gelangen, welche zwei mal an den hintern Seiten der Wassertropfen reflektirt, folglich gar sehr geschwächt, und in eine verkehrte Lage gebracht werden. Denn hier schickt no. 4 rothes, no. 5 grünes, und no. 6 veilchenblaues Licht in das Auge A, und zwar darum, weil das leztere allemal nur

durch die größte, das erstere hingegen immer nur durch die kleinste Brechung zum Vorschein kommen kann. Auf solche Weise muß aber beim obern Regenbogen allerdings das rothe Licht bloß am innern Rande, das veilchenblaue hingegen nur am äußern erscheinen, und alle seine Farben können immer nur schwach glänzen.

Freilich bleiben die Regentropfen keinen Augenblick lang ruhig in den hier angegebenen Stellen hangen, sondern fallen stets immer tiefer herab: aber dafür treten auch beständig wieder neue in die Stellen, die diese verlassen, so lange nämlich der Regenbogen dauert, und mithin ist es eben so viel, als ob die erstern in jenen Stellen verweileten. Auch ist hieraus leicht abzunehmen, daß mehrere neben einander stehende Menschen den Regenbogen immer in andern und andern Regentropfen sehen, oder daß er gleichsam mit uns fortgehet, wenn wir fortgehen, und sich also nie einholen, vielweniger greifen läßt.

Gleichwie nun ferner die Sonnenstralen, welche unter bestimmten Winkeln durch ein Prisma gehen, sich allemal in ihre Farben auflösen, man mag sie von Oben herab, oder von

Unten

Unten herauf, und von den Seiten hindurch lassen: eben so zerlegen auch alle Regentropfen die Stralen, die unter bestimmten Richtungen hinein fahren, in bunte Farben, sie, die Tropfen, mögen hoch oder niedrig, rechts oder links in der Atmosphäre schweben. Wir aber sehen allemal nur diejenigen davon, welche unter bestimmten Winkeln, die die Linien SD und AD mit einander machen, in unsere Augen gelangen. Denkt man sich also eine Linie SC, Tab. XVIII, Fig. 2, welche aus der Sonne durch das Auge des Menschen A gerade fortgehet: so kann man um den Punkt A rings herum unzählig viele andere Linien, wie zum Beispiele AN, AB, AM, AP und so weiter, legen, welche mit AC alle einerlei Winkel bilden, und zwar diejenigen Winkel, unter welchen nur allein die Farben in das Auge des Menschen A gelangen. Da nun alle diese Linien, die hier um AC herum liegen, einen Kreis begrenzen, durch dessen Mittelpunkt AC selbst gehet: so erhellet zur Genüge, daß die bunten Farben im Regen für jedes Auge allemal nothwendig einen Kreisbogen bilden müssen, wie auch daß wir den Regenbogen in Gestallt eines ganzen Ringes wahrnehmen würden, wenn wir ihn von einer sehr hohen steilen Felsenspitze sähen, oder vielmehr,

wenn

wenn wir uns wie ein Adler, Tab. XVIII, Fig. 3, hoch genug in die Luft erheben könnten. Da dieses aber nicht immer in unserer Macht stehet, und da wir ihn gewöhnlich nur auf ebenem Lande sehen: so kann er uns freilich höchstens nur als ein Halbkreis erscheinen, dessen Mittelpunkt auf den ebenen Erdboden fällt. Dieses geschiehet jedoch auch nur dann, wann die Sonne im Auf- oder Unter-Gange begriffen ist, weil nur in diesem Falle, Fig. 2, die Linie SC horizontal seyn kann; denn ihr Endpunkt C, oder das Centrum des Regenbogens, neigt sich immer desto tiefer, je höher sich die Sonne über die Horizontallinie HR erhebt, und mithin senkt sich auch der ganze Bogen desto tiefer, bis endlich bei einer Sonnenhöhe von 42 Graden sein oberster Raum B vollends in den Erdboden gleichsam hinnab kriecht.

Auch der Mond macht Regenbogen; sie sind aber wegen des zu schwachen Mondlichtes, wie leicht zu erachten, nur mit matten Farben geziert.

Fast auf eben die Art, wie die Sonnenstralen im Regen den Regenbogen erzeugen, erzeugen sie auch in den Dünsten der obern Luftregionen die Morgen- und Abend-Röthe, nur daß

hier

hier die Sonnenstralen in den Dünsten nicht so, wie in den Regentropfen, hin und her zurücke geworfen werden. Wenn wir nämlich auf der Erdkugel in A wohnen, Tab. XVIII, Fig. 4: so muß die Sonne des Morgens die obern Luftregionen bei M, des Abends hingegen bei W erleuchten, ohngeachtet sie in Hinsicht auf uns im erstern Falle noch nicht aufgegangen ist, im leztern aber sich schon unter den Horizont hinab gesenket hat, und zwar muß diese Erleuchtung noch darum Statt finden, weil ihre Stralen des Abends bei N, des Morgens hingegen bei R an der Erdfläche vorbei streichen, und in die obere Luft bei W und M ungehindert gelangen können. Daselbst werden sie aber von den Dünsten und Wolken fast eben so, wie von Wassertropfen, großentheils wieder zurücke geworfen, und gelangen also nach den Gesetzen der Reflexion zu uns nach A, so, daß uns die Atmosphäre dadurch an diesen Stellen sichtbar wird. Nun ist aber auch die Luft bekanntlich in den niedrigern Regionen beträchtlich dichter, als in den höhern: folglich gehen hier die reflektirten Lichtstralen aus einer dünnern Materie allmählich in eine dichtere, indem sie in ihrer schiefen Richtung zu uns herab fahren. Sie werden daher gebrochen, und in ihre farbigen Theile

zerlegt,

zerlegt, von welchen aber, nach den Gesetzen, die wir uns bei Betrachtung der Lichtfarben bekannt gemacht haben, nur die rothen und gelben zum Vorscheine kommen können, gerade so, wie am obern Rande des Fensterrahmens, den Ihr neulich durch ein Farbenprisma ansahet. Ueber der gelben Grenze der Abend- und Morgenröthe ziehet sich nämlich auch das veilchenblaue Licht am Himmel hin, und macht nun mit dem gelben, oder grünen und rothen, das matte weiße, welches man die Dämmerung nennt.

Grün, Blau und Violet zeigt sich also in der Abend- und Morgen-Röthe niemals. Wenn sich aber dabei zugleich häufige Dünste zu präcipitiren anfangen: so werden diese zwar allerdings auch von der Morgenröthe erleuchtet, und überziehen die weiter herauf befindlichen blaugrauen Stellen zwischen den roth und gelb erleuchteten Wolken gleichsam mit einem dünnen rothgelben Schleier, durch welchen dann diese blaugrauen Stellen ungemein schön grün erscheinen. Allein es ist leicht zu erachten, daß dieses Grün dennoch nicht zu der Morgen- oder Abend-Röthe gehöre; denn es entstehet nicht aus einer besondern Brechung der Sonnenstralen, sondern bloß aus dem natürlichen Dunkelgrau

des

des Himmels, womit sich die gelben Dünste gleichsam vermischen. Grüner Himmel zwischen rothgelben Wolken bedeutet also allemal häufigen Regen, der sich oft noch denselben Tag, oder dieselbe Nacht einfindet.

Auf gleiche Weise brechen sich auch die schwachen Lichtstralen des Mondes in den sich präcipitirenden Dünsten der Luft, und lösen sich in ihre bunten Farben auf, die man aber wegen ihrer Schwäche oft nicht gehörig unterscheiden kann, sondern an deren Statt gewöhnlich bloß einen lichten großen Ring um den Mond wahrnimmt, welcher den Namen des Hofes führet, und ebenfalls allemal nur dann erscheint, wann sich die Dünste in der Atmosphäre verdichten und Regenwetter verkündigen. Oft erscheinen jedoch auch etliche solche Höfe, die alle den Mond zum Mittelpunkte haben, ja ich habe deren ein mal sieben bis acht gezählt. Alsdann sind sie aber klein, und mit allen Farben geschmückt, welche bisweilen an Glanze den Farben des Regenbogens nicht viel nachgeben. Man kann zwar fragen: warum hier die lichten Ringe nur um den Mond erscheinen, da doch bei solchen Gelegenheiten der ganze sichtbare Himmel mit wäßrigen Dünsten und feinem Nebel

eine

eingehüllet ist, worin sich also das Mondlicht allenthalben brechen, folglich allenthalben hell, oder gar farbig erscheinen kann? Allein hierauf ist zu antworten, daß dieses auch wirklich geschiehet, nur aber, daß wir bloß dasjenige Licht hell oder farbig sehen, welches unter den bestimmten Winkeln in unsere Augen gelangt. Wer nämlich einige Schritte von uns entfernt ist, siehet schon den Hof in andern Dünsten, als wir, weil in seine Augen ganz andere Lichtstralen gelangen, die aber eben so gebrochen sind, wie diejenigen, die wir selbst empfinden.

Venus und einige andere helle Sterne zeigen sich zuweilen ebenfalls in solchen lichten Ringen, so wie auch jede brennende Kerze, die man in einem Gemache, welches mit wäßerigen Dünsten sehr angefüllet ist, wie zum Beispiele in einem Brauhause oder in einer Badstube, von Ferne betrachtet.

Vorhin habe ich gesagt, daß die niederfallenden Dünste gewöhnlich eine sternförmige Figur annehmen, wenn sie dabei gefrieren. Hier ist aber noch beizufügen, daß dieselben zuweilen jedoch auch in Gestallt feiner Nadeln sich zeigen, worin Sonne und Mond und andere helle Himmelskörper nicht nur ihre Bilder vervielfältigen,

son-

sondern auch ihre Stralen brechen, so, wie man Gläser hat, welche, wegen ihrer besondern Figur, die Bilder der Gegenstände nicht nur vervielfältigen, sondern auch die hindurch fahrenden Stralen in ihre Farben zerlegen. Mithin können die gedachten Eisnadeln wie solche geschliffene Gläser wirken, und nicht nur mehrere Bilder eines leuchtenden Himmelskörpers in unsere Augen leiten, sondern auch die hindurch fahrenden Lichtstralen brechen, und farbige Ringe am Himmel darstellen. Bilder der Sonne, die man auf solche Weise in diesen feinen Eisnadeln, wie in Spiegeln erblickt, heißen Parhelien oder Nebensonnen, so, wie dergleichen Bilder des Mondes den Namen der Paraselenen oder Nebenmonden führen. Gemeiniglich erscheinen sie bei kaltem duftigen Wetter in farbigen Ringen, und prangen oft selbst mit allen Farben, die ein Regenbogen zeigt. Sie sind auch eben nicht selten, und zwar in ziemlich großer Anzahl zu sehen, wiewohl ich deren selbst noch nie mehr, als drei auf ein mal gesehen habe. Aber den 20ten Februar 1661 um die eilfte Stunde vormittags haben sieben Sonnen auf einmal die Menschen zu Danzig in Erstaunen gesezt, wobei zugleich etliche helle Ringe am Himmel erschienen, und zum Theil mit allen

Farben geschmückt gewesen sind, wie Ihr an diesem Bilde, Tab. XIX, deutlicher abnehmen könnet.

Hier war nämlich tief gegen Süden die wahre Sonne über einem Wölkchen zu sehen, wo sie von einem regenbogenfarbigen Hofe umgeben war, und worin drei Nebensonnen standen, davon die beiden, die der wahren Sonne zur linken und rechten Seite erschienen, mit hellen weißen Schweifen glänzten. Dieser innere farbige Hof war noch mit einem zweiten eben so buntfarbigen umschlossen, welcher gleichsam auf seinem Scheitel einen eben so umgekehrten farbigen Bogen, wie jener hatte, nur daß hier keine Nebensonne, wie dort, zu sehen war. Außer diesen drei Nebensonnen, die man tief in Süden um die wahre Sonne stehen sah, zeigten sich noch drei andere, davon die eine gegen Westen, die andere gegen Osten und die dritte tief im Norden erschien. Alle drei standen auch in hellen, aber ungefärbten weißen Ringen, und hatten keine solche Schweife, wie jene ersten. Also erstreckte sich dieses Phänomen beinah über den ganzen scheinbaren Himmel, indem die Grenzen dieses Bildes den Umfang des Gesichtskreises, und mithin der dunkele kreisförmige

Grund

Grund eine völlige Halbkugel, oder vielmehr das ganze scheinbare Himmelsgewölbe vorstellet.

Eben so hat man auch Nebenmonden beobachtet, nur daß ihr Glanz, wie leicht zu erachten, viel schwächer, als bei den Nebensonnen, gewesen ist.

Irrwische, Sternschnuppen, ziehende Drachen, feurige Luftkugeln, Blitze, Wetterleuchten und Nordscheine zählt man zu den feurigen Meteoren, weil sie nicht mit geborgtem Lichte glänzen, sondern selbst leuchten, und meistentheils elektrischer, oder feuriger Natur sind.

Es entstehet aber ein Blitz, wenn zwei Wolken, davon die eine positiv, die andere hingegen negativ elektrisch ist, nah an einander gerathen. Alsdann bestrebt sich nämlich die negative, den Ueberschuß aus der positiven an sich zu ziehen, welcher dann auch in Gestallt eines großen elektrischen Funkens plötzlich aus dieser in jene überschlägt, und zugleich die Luft um sich her mit großer Gewalt ausdehnet, folglich einen Knall erregt, welchen man den Donner nennt. Oft, ja fast allemal, wird gedachter elektrische Funken durch etliche Wolken hindurch geleitet, ehe er diejenige findet, welche so wenig elektrische Mate-

rie besizt, daß er sich gänzlich darin vertheilen kann. Dieß geschiehet jedoch allemal mit außerordentlicher Geschwindigkeit, indem er in einer einzigen Sekunde wohl durch hundert verschiedene Wolken fahren kann, wenn deren so viele zugegen sind. Sein Uebergang aus der einen in die andere verursacht aber allemal einen heftigen Knall, und eben daher kommt es, daß die meisten Blitze nicht bloß knallen, sondern vielmehr krachen, oder donnern; denn unter diesem leztern Worte verstehet man allemal einen vielfachen stark erschütternden groben Schall, welcher oft noch durch das Echo der Berge verlängert wird, und zuweilen wohl eine Minute lang dauert. Auch erscheinen die Blitze zwar nicht wie Feuerfunken, sondern vielmehr wie lange feurige Pfeile, die schlangenförmig fortschießen. Allein dieser zickzackige Schein ist bloß der großen Geschwindigkeit zuzuschreiben; denn eine glühende Kohle, die man schnell in einem Kreise herum schwingt, scheint ebenfalls einen feurigen Kreis zu bilden, und zwar darum, weil man im Auge ein helles Licht noch einen Augenblick lang an der Stelle siehet, wo es eben fortgegangen, oder verloschen ist.

Wenn daher elektrische Wolken tief gehen, und unterwegens bei Gebäuden, worin sich viel

Metall,

Metall befindet, oder aus welchen viel Dunst und Rauch aufsteigt, nahe vorbei kommen: so locken sie zuweilen ebenfalls einen Blitz aus ihnen herab, wenn sie nicht mit Ableitern versehen sind, folglich das elektrische Wesen nicht allmählich und sanft aus den Wolken holen können, um es eben so sanft in das nasse Erdreich zu leiten. Fällt nun der Blitz wirklich in ein Gebäude: so fährt er nicht etwa darin so, wie in den Wolken herum, um fürs erste hier eine Fensterscheibe zu durchlöchern, hernach dort eine goldene Ziffer an der Uhr zu zerstören, dann wieder hier durch ein Schlüsselloch, und endlich dort durch das Ofenloch zu fahren, wie man ehemals geglaubt hat: nein, er verbreitet sich vielmehr auf einmal durch das ganze Gebäude, in so weit es aus leitenden Materien bestehet, und macht es also durchaus elektrisch, vorzüglich aber das darin befindliche Metall, indem alle Nägel und alle Thürschlösser auf einmal in Feuer erscheinen, welches aber auch augenblicklich wieder verschwindet, weil sich alle elektrische Materie aus dem Gebäude sogleich durch den Erdboden vertheilt. Bohrt also der Blitz zuweilen Löcher in die Wände, oder zerstört er sonst etwas auf eine sonderbare Weise: so geschiehet solches bloß, weil die elektrische Materie an denjenigen

Körpern, die aus isolirenden Materien bestehen, einen Sprung machen muß, wenn sie in die Erde will. Sie schadet also sonst nirgends, als nur da, wo sie mit Gewalt zurücke gehalten wird, folglich die isolirenden Körper entweder durchbohren, oder mit verstärkter Kraft über sie in Gestallt feuriger Funken hinweg springen muß. Leicht entzündbare Sachen, die sich dann bei den Stellen befinden, wo diese Funken überschlagen, gerathen folglich davon in Brand, und zünden dann das ganze Gebäude an, wenn es aus brennbaren Baumaterialien bestehet. Man thut also wohl, wenn man sich bei Gewittern, so viel möglich, mitten in geräumigen reinen Gemächern, die nicht mit vielen Menschen angefüllt sind, aufhält, sich von den Spiegeln und andern Hausgeräthen, die aus isolirenden und leitenden Materien zugleich bestehen, mehrere Schritte weit entfernt, überdieses aber auch das Feuer auf dem Heerde auslöschen läßt, und sich nicht ängstiget. Glockengeläute kann kein Gewitter vertreiben, und ein Luftzug kann den Blitz weder herbeilocken, noch abwenden. Aber auf obige Weise kann man ziemlich sicher seyn, daß einen der Blitz nicht treffen werde. Auch muß man, wenn einen ein Gewitter im Freien überfällt, nicht etwa sehr laufen, reiten

oder

oder fahren, damit man weder sich, noch die Pferde erhitze, weil sonst wenigstens die leztern vom Blitze leicht getroffen werden können. Unter grünen Bäumen darf man aber gar keinen Schutz vor dem Regen suchen, wenn man sich nicht aller Gefahr, getödet zu werden, aussetzen will: und eben daher ist es am besten, daß man sich bei solchen Gelegenheiten dem Gewitter in Gottes Namen und mit ruhigem Gemüthe preiß giebt, und langsam seine Straße ziehet, bis man ein ordentliches Obdach findet.

Manche einfältige Menschen glauben noch an einen Donnerkeil, der vom Himmel herab geworfen werde, wenn der Blitz einschlägt. Man hat zwar wirklich zuweilen keilförmige Steine von beträchtlicher Größe und Härte gefunden, wenn man unter Gebäuden, die vom Blitze getroffen gewesen, den Grund aufgegraben hat: allein es waren bloße Bergkrystallen, oder andere keilförmige Steine, die man in einigen Gegenden fast allenthalben findet, man mag nachgraben, wo man will. Sie sehen fast aus, wie sechseckige gläserne Pyramiden, und sind zuweilen so groß, wie ein mäßiger Schmiedehammer, woran nämlich der Stiel fehlt.

Wenn ein Gewitter negativ, der Erdboden hingegen positiv elektrisch ist: so muß der Bliz aus diesem gegen die Wolken hinnauf schlagen, wie man auch in Italien zuweilen wirklich bemerkt haben will, wo große elektrische Funken aus dem Erdboden in die Höhe gestiegen, und mit großen Krachen in die Luft gefahren seyn sollen.

Die Ursache, warum es gemeiniglich nur im Sommer donnert und blizt, liegt zweifelsohne hauptsächlich in den vielen wäßerigen und brennbaren Dämpfen, welche sich bekanntlich durch die Sommerhitze in erstaunlicher Menge aus dem Erdboden und aus den darauf befindlichen Körpern entwickeln. Dadurch wird nämlich die obere reinere Luft im Sommer nicht nur mit sehr vieler brennbarer Luft vermischt, sondern auch mit elektrischer Materie überladen. Denn daß die wäßerigen Dämpfe der Wolken aus feinen Bläschen bestehen, welche mit elektrischer Materie angefüllet sind, ist schon ohnlängst als höchst wahrscheinlich dargethan worden. Mithin muß die elektrische Materie im Sommer freilich oft aus den überladenen Wolken in die minder geladenen überschlagen, und zugleich die brennbare Luft entzünden, welche dann ebenfalls, da sie mit reiner atmosphärischer vermischt ist, oft unter hef-

heftigem Krachen oder wenigstens mit starkem Geräusche abbrennt, wobei sich bekanntlich auch vieles Wasser erzeugt, welches daher sofort herab regnet. Aus diesem Wasser, welches beim Verbrennen solcher Luftmischungen sich präcipitirt, und aus dem heftigen Krachen, welches zugleich dabei entstehet, erhellet also, warum der Donner, den der eigentliche Blitz verursacht, öfters auch noch durch das gedachte Krachen der Luftentzündung vervielfältigt wird, und warum auf diejenigen Blitze, welche anhaltend und heftig donnern, gewöhnlich starke Regengüsse folgen.

Allein ohngeachtet im Winter bei weitem nicht so viele wäßrige Dämpfe und brennbare Materien, wie im Sommer, in der Atmosphäre sich auflösen: so zeigt sie sich dennoch auch im Winter, wie man am Wetterdrachen wahrnehmen kann, oft sehr stark elektrisch, besonders bei starkem Froste, und es würde ohnstreitig im Winter ebenfalls viel öfter blitzen, als wirklich geschiehet, wenn die Luft feucht genug wäre, um den Blitz von einer Wolke zur andern hindurch zu lassen. Sie ist aber dann fast immer zu kalt und zu trocken, und isolirt mithin die Wolken zu sehr. Indessen sind Wintergewitter dennoch, wie bekannt, eben keine Seltenheit, und vor

etwa vierzig Jahren hat es hier zu Leipzig mitten im Winter sogar bei ganz heiterem Wetter in den Nikolaikirchthurm eingeschlagen.

Von den eigentlichen Blitzen muß man im übrigen das Wetterleuchten wohl unterscheiden. An diesem bemerkt man oft kaum ein schwaches dumpfes Geräusch, und einen wahren Donner verursacht es gar nicht. Auch erscheint es nie in Gestalt feuriger hin und her fahrender Pfeile, sondern bloß in Form großer zitternder Flammen, die plötzlich wieder verschwinden. Es entstehet, wenn lockere Gewitterwolken in sehr großer Höhe ganz dicht an einander vorbeistreichen, und ihre Elektricität nicht in dichten Funken, sondern in unterbrochenen, lockern, sanft überströmenden Ruthen einander ertheilen. Befindet sich zwischen diesen Wolken zugleich brennbare Luft, welche in so großen Höhen oft nur mit sehr wenig andern Luftarten vermischt seyn mag: so wird sie von gedachten elektrischen Ruthen auch schichtweise entzündet, und hilft also nicht nur den Glanz des Wetterleuchtens verstärken, sondern kann auch vermöge seiner Explosion ein dumpfes Geräusche verursachen.

Aber zuweilen entzünden sich die brennbaren Dämpfe auch in ganz heiterer Luft von sich selbst.

Solches geschiehet, wenn sie sich durch ihre anziehende Kraft irgendwo sehr anhäufen, und einander etwa heftig reiben, oder gleichsam in Gährung gerathen. Dann fahren sie entweder in Gestalt großer Feuerballen, die lange Schwänze hinter sich lassen, oder in Form kleiner heller Sterne durch die Luft, und werden im erstern Falle natürliche Leuchtkugeln und fliegende Drachen, im leztern hingegen fallende Sterne oder Sternschnuppen genannt. Nicht selten tanzen sie auch auf Todenäckern, Schlachtfeldern, Sümpfen und andern Gegenden, wo viel Brennbares ausduftet, und wo bloß die Luft sie gleichsam tanzend bewegt, nah am Erdboden herum, und werden dann gewöhnlich unter dem Namen der Irrwische und Feuermänner von unwissenden Menschen gefürchtet.

Bei einem Dorfe ohnweit Bononien befindet sich an einem Berge eine steinige, ohngefähr sechs Ellen lange und eben so breite, Stelle, wo beständig helle Flammen zwischen den Steinen hervor flattern, die des Nachts den ganzen Berg und alle umher befindliche Gegenstände erleuchten. Mitten auf dieser Stelle sind sie wohl einen Fuß hoch und sehr helle, außen herum aber niedrig und blaß, wie die Flammen des

angezündeten Weingeistes. Gießt man Wasser darauf: so sprudeln sie, und verlöschen auf einige Augenblicke, worauf sie sofort mit verstärkter Kraft wieder hervorbrechen. Der Wind löscht sie zuweilen auch aus, aber dann darf man nur die Flamme einer Kerze darüber halten, um sie wieder anzuzünden. Die Bewohner dieser Gegend nennen sie fuoco di legno, oder Holzfeuer, eigentlich aber heißen sie Erdfeuer, und haben wie die Irrwische elektrische Eigenschaften, die jedoch auch wohl an jedem andern Feuer bald mehr bald minder deutlich bemerkt werden.

Auf den Schiffen siehet man des Nachts an den Spitzen der Masten zuweilen ebenfalls dergleichen Flammen, die ehemals Helenen hießen, wenn sie nur einfach zugegen waren, Kastor und Pollux hingegen, wenn deren je zwei zugleich erschienen. Jezt werden sie von den Schiffern Sant-Elmofeuer genannt, und sind offenbar weiter nichts, als elektrische Stralenbüschel, welche durch die Spitzen der Masten gegen die Wolken strömen, wenn das Meer und Schiff positiv, die Luft hingegen negativ elektrisch ist, und wenn ein naher Sturm oder ein anderer Wetterwechsel bevorstehet.

Auch

Auch das Meerwasser leuchtet in vielen Gegenden des Nachts, zumal wo es große Wellen schlägt, oder von den darauf schwimmenden Schiffen scharf durchschnitten und bewegt wird. Allein dieses Leuchten ist von phosphorischer Natur, und rührt großentheils von gewissen Insekten her, die zwar dem bloßen Auge, wegen ihrer Feinheit, ziemlich unsichtbar sind, aber in erstaunlicher Menge auf der Oberfläche des Meeres herum schwimmen, und nur dann leuchten, wann sie beunruhigt werden. Sie sind ohngefähr so beschaffen, wie die Johanniskäferchen, die ihr Licht ebenfalls nach eigenem Gefallen verstärken und schwächen können. Doch das Meerwasser enthält in seiner Mischung auch noch vielerlei andere fremde, besonders aber phosphorische und elektrische Stoffe, die daher jenes Leuchten zweifelsohne zugleich mit bewirken helfen.

Nordlichter erscheinen zwar in einer Höhe über der Erdfläche von 120 bis 150 deutschen Meilen, und folglich in denjenigen Regionen, wo sich gar keine Luft mehr befindet, oder wo sie wenigstens unendlich dünne ist, indem sie sich schon in einer Höhe von sechs bis acht Meilen fast gänzlich verlieret. Man zählt aber diese Lichter dennoch auch zu den Lufterscheinungen, die

die zu unserer Erde gehören, und von selbstleuchtender feuriger Natur sind. Sie erscheinen vorzüglich nur in den Nord- und Süd-Ländern, und zwar am häufigsten im Februar, März und April, desgleichen auch im September, Oktober und November, in den übrigen Monathen hingegen nur höchst selten, oder gar nicht. Man siehet sie in unsern nördlichen Gegenden meistentheils gegen Nordwesten, doch ziehen sie sich auch oft völlig nach Norden hin. Diese nördliche Himmelsgegend erscheint nämlich dann des Abends hochroth oder feuerfarbig erleuchtet, und in dieser hohen Röthe schießen breite weiße Stralen von Norden herauf, die sich bisweilen bis über unsern Scheitel erstrecken, hierauf aber abwechselnd wieder verschwinden, indem sofort andere an deren Stellen treten, wobei zugleich der ganze feurige Theil des Himmels zu zittern scheint. Nicht selten erscheinen diese Stralen jedoch auch mit allen Regenbogenfarben, besonders wenn das Nordlicht vollständig, mithin sehr glänzend sich zeigt, und wenn die Atmosphäre sehr mit wäßerigen Dünsten gesättigt ist, welche eben im Begriffe sind, sich zu präcipitiren, daher auch auf ein solches buntfarbiges Nordlicht gewöhnlich Regenwetter folgt, wozu aber freilich das Nordlicht selbst gar nichts beiträgt.

trägt. Vollständig ist im übrigen das Nordlicht, wenn es unten am Horizonte gegen Norden hin auf einem dunkeln Bogen, aus dem die Stralen hervor zu schießen scheinen, gleichsam ruhet, oben über unsern Scheitel hingegen mit einem lichten Bogen begrenzt ist, oder wenn es über unserm Scheitel sich gleichsam in einen hellen flammenden Stern endigt, und unten einen lichten Bogen hat.

Anmerkung. Man sehe hierüber die Titelvignette nach, die ein solches vollständiges Nordlicht vorstellt.

Und wie entstehen denn die Nordlichter? fragte Karl. Man hat mir gesagt, sezte er hinzu, daß es unreife Gewitter wären.

Das ist ein Ausdruck ohne Sinn, dessen man sich gar nicht bedienen muß, versezte Philalethes; denn bei Gewittern ist nichts unreif und nichts reif. Daß aber das Nordlicht ebenfalls elektrischer Natur sey, das leidet wohl keinen Zweifel, wenn man erwägt, daß es im luftleeren Raume sich zeigt, worin sich die feinsten elektrischen Fünkchen, wie wir bei der Lehre von der Elektricität gesehen haben, in erstaunlich lange feurige Ruthen ausdehnen, welche ohne alles Geräusch plötzlich und zitternd hindurch

durch fahren, nicht zu gedenken, daß auch die Werkzeuge, womit man die Luftelektricität zu beobachten pflegt, bei Nordlichtern allemal beträchtlich elektrisch werden. Mithin darf sich in jenen nördlichen Gegenden nur zuweilen ein großer Ueberschuß von elektrischer Materie an den obern Gränzen der Luft anhäufen: und er muß allerdings in Gestallt großer feuriger Stralenruthen über die mit Elektricität gesättigte Luft hinweg, und nach denjenigen südlichern Gegenden überströmen, die Mangel daran leiden, folglich diesen Ueberschuß an sich ziehen, wobei denn die Luft, über welche diese elektrischen Lichtruthen hinweg fahren, freilich auch erleuchtet wird, und wegen der Stralenbrechung roth erscheint.

Aber woher entstehet nun bloß in Süden und Norden ein Ueberschuß elektrischer Materie, und nicht eben so in allen andern Gegenden? fragte Karl weiter.

Weil sich die Erde, erwiderte Philalethes, gegen den Frühling und Herbst durch die Sonnenatmosphäre schwingt, wie ich bei Betrachtung des Thierkreislichtes gezeigt habe, und weil dieselbe zweifelsohne größtentheils auch aus elektrischer Materie bestehet, von welcher also

alle-

allemal eine große Menge über den Erdpolen hangen bleibt, wiewohl die Erde zuweilen auch etwas von ihrem Ueberflusse an die Sonnenatmosphäre abgeben mag.

Wie mag es aber kommen, fragte Amalie, daß viele Menschen, wie ich selbst von einigen gehört habe, die Nordlichter für Vorbothen göttlicher Strafgerichte halten, da doch ein jeder schon in seinen frühen Jahren wissen kann, daß dergleichen Vorbothen sich fast alle Winter zeigen, auch, wenn alles im ganzen Lande in seinem ordinären Gange bleibt?

Ja, versezte Philalethes, von den Ursachen, aus welchen das unwissende Volk bei seinen abergläubischen Meinungen und Vorurtheilen alt wird, und stirbt, und wieder eine eben so abergläubische Generation hinterläßt, wäre sehr viel zu sagen — — — Wäre der Himmel stets heiter: so würden wir den Nordschein alle Jahre noch weit öfter, als wirklich geschiehet, wahrnehmen; denn trübe Wolken, womit unser Horizont, besonders gegen den Frühling und im Herbste, gewöhnlich allerwärts behangen ist, lassen seinen sanften Glanz nicht zu uns gelangen, weil es weit hinter ihnen stehet.

Also bringen die Nordlichter auch keine Kälte, und haben also wohl eben so wenig, als Gewitter und Regenbogen zu bedeuten? fragte Karl noch.

Wenn Kälte darauf erfolgt, so erfolgt sie nur zufällig und wird nicht von ihnen bewirkt, erwiderte Philalethes, indem er hinzu sezte, daß dieselben im übrigen weniger noch, als die Gewitter zu bedeuten hätten, weil diese zuweilen die Feldfrüchte zerschlügen, zuweilen Häuser anzündeten, die nicht mit Ableitern versehen wären, da im Gegentheile die Nordscheine nie Schaden anrichteten, sondern sich vielmehr gegen die Bewohner Lapplands und anderer sehr nördlicher Länder ungemein wohlthätig bezeigten, weil sie ihnen den Winter hindurch fast beständig ihre langen Nächte erleuchteten; womit er diese Unterhaltung beschloß.

---

# Vier und zwanzigste Unterhaltung.

## Wind und Erdbeben.

Nun sind noch einige andere merkwürdige Naturwirkungen zu betrachten, welche zum

Theil

Theil ebenfalls aus der aufgeregten Elektricität entspringen, begann Philalethes aufs neue, und fuhr in seinem heutigen Vortrage folgendergestallt fort.

Wind ist nichts weiter, als Luft, welche von einer Stelle zur andern strömt, folglich in Bewegung begriffen ist.

Wo also die Sonnenstralen die Luft stark erleuchten, folglich zugleich erwärmen, da dehnt sie sich aus, und strömt unter dem Namen des Windes in die nächstanliegenden schattichten Gegenden, daher man auch, vorzüglich um die warmen Nachmittagstunden bei heiterem Wetter, an kühlen Wäldern und in schattenreichen Thälern, ja oft auch im Schatten einzelner großer Wolken oft sanftwehende angenehme Winde empfindet. Entziehet aber die Sonne ihre Stralen den freien Stellen wieder: so wird es daselbst wieder kühl, folglich ziehet sich da die Luft ebenfalls zusammen, und erregt abermals Winde, indem sie aus andern anliegenden Gegenden in diese abgekühlten überströmt, wie man auch in der That oft wahrnimt, wenn man im Sommer bei Sonnenuntergange an einem Walde vorbeigehet.

Auch große Feuersbrünste verursachen Winde; denn sie machen über sich, wegen ihrer Hitze, gleichsam einen luftleeren Raum, in welchen die unten am Erdboden befindliche Luft sofort eindringt, und folglich allerdings einen Luftstrom oder Wind bildet, so, daß man ihn zuweilen wohl auf eine Meile weit spühret.

Fast auf eben diese Art erheben sich auch bei Gewittern gewöhnlich starke Windstöße; denn jeder Blitz macht ebenfalls plötzlich ein Vacuum, in welches dann die anliegende Luft, sobald er wieder verschwindet, mit großer Geschwindigkeit eindringt, folglich in einen heftigen Zug geräth. Hiezu kömmt noch, daß die Blitze auch oft selbst eine große Menge von brennbarer und reiner Luft entzünden, und sie dadurch gleichsam in Wasser verwandeln, wodurch ebenfalls plötzlich große leere Räume in der Atmosphäre entstehen, die dann von den anliegenden Luftregionen fast eben so geschwind mit frischer hinzuströmender Luft wieder erfüllet werden; und hieraus lassen sich die starken Winde, welche bekanntlich fast allemal bei Gewittern entstehen, schon hinlänglich erklären.

Die sogenannten Land- und See-Winde sind vorzüglich an den Seeküsten täglich bemerkbar.

bar. Trockenes Land wird nämlich von den Sonnenstralen geschwinder, als Wasser, bis zu einem gewissen Grade erwärmt, und zwar darum, weil dieses die Sonnenstralen größtentheils unzerstört bis auf den Grund hindurch läßt, jenes aber sie sogleich an seiner Oberfläche zerstört, und bei sich behält. Aber dafür kühlt sich auch die Oberfläche des trockenen Landes geschwinder, als das tiefe Meerwasser, wieder ab, nachdem die Sonne gegen Abend endlich beide zu einerlei Wärmegrad gebracht hat, und nun untergehet. Mithin muß die unterste Luft an den Seeküsten über dem trockenen Boden am Tage wärmer, des Nachts hingegen kühler seyn, als diejenige, welche nahe dabei auf dem Wasser schwebt. Mithin muß hier die Landluft bei Tage sich verdünnen, folglich der untersten dichtern Seeluft gestatten, auf das Land herüber zu strömen, so, wie im Gegentheile des Abends die wärmere Seeluft jener untersten abgekühlten und verdichteten Landluft gestatten muß, gegen die Wasserfläche hinnüber sich auszudehnen; und hieraus ist klar, warum an den Seeküsten bei stetem heiterem Wetter am Tage die Seewinde, des Nachts hingegen die Landwinde wehen.

Alle diese bisher erwähnten Winde, welche man die unbeständigen oder herum schweifenden

Winde nennt, wehen jedoch nie lange nach einer gewissen Richtung, und erstrecken sich selten über einige Meilen weit, weil die Ursachen dersel- ben zu schwach und in zu kleine Bezirke der At- mosphäre eingeschränkt sind. Aber diejenigen, welche durch die Veränderungen der Jahreszeiten entstehen, sind anhaltender, indem sie oft lange aus einerlei Weltgegend blasen, und gewöhnlich ein Jahr wie das andere ihren ordentlichen Wechsel beobachten.

Solche regulären Winde, die auch den Na- men der beständigen Winde führen, richten sich also hauptsächlich nach dem scheinbaren Laufe der Sonne, und werden auch nur von ihr allein hervorgebracht, welches ich Euch vermittelst eines Bildes deutlich zu machen suchen will — Man sehe Tab. XX, Fig. 1 nach.

Hier mag nämlich S die Sonne, und E die Erde mit ihrer Atmosphäre bedeuten. An den- jenigen Stellen auf Erden, wo die Sonne den Menschen gerade über ihren Scheiteln erscheint, ist es bekanntlich jedesmal am wärmsten, und folglich dehnt sich die Atmosphäre daselbst am stärksten aus. Wenn also die Stelle A jezt ge- rade senkrecht unter der Sonne liegt: so ver- dünnet sich die Luft vermöge der Erwärmung da-

selbst

selbst am meisten, indem sie sich von C nach A erhebt und auflockert. Auf diese Weise verdünnt sich aber auch die Luft bei C, und verliert mithin daselbst ebenfalls ihr Gleichgewicht, so, daß aus den kältern Stellen B stets frische dahin strömt. Mithin macht sie hier einen Wind, welcher von B nach C am Erdboden vorbei streicht. Bliebe nun die Stelle A stets gerade unter der Sonne stehen: so würde sich die Atmosphäre freilich gar bald ins Gleichgewicht setzen, und Windstille machen, sobald sie sich einmal gehörig erhoben hätte. Da sich aber die Erde sammt ihrer Atmosphäre von D nach A und B um ihre Axe drehet: so läuft jene Stelle A gleichsam beständig um die ganze Erde von Osten gen Westen herum, und jener Luftstrom wird nie ruhig, sondern muß immer der scheinbarlich fortlaufenden Sonne nachfolgen.

Auf diese Weise entstehen jene regulären Ostwinde, welche zwischen den Wendekreisen auf dem Meere jahr aus jahr ein beständig wehen, und nur ein wenig bald nach Nordosten bald nach Südosten abweichen, je nachdem die Sonne entweder in der nördlichen oder südlichen Hälfte ihrer scheinbaren Bahn erscheint.

Bei uns Nordländern ist es freilich ganz anders. Hier wehen die Winde gewöhnlich im Frühlinge nur einige Wochen lang aus Norden, im Herbste hingegen aus Süden, und sind im übrigen das ganze Jahr hindurch sehr veränderlich. Denn im Winter ist ja der kalte Erdstrich fast mit lauter Nacht bedeckt. Mithin ziehet sich dann die Atmosphäre daselbst ungemein zusammen, und wird nur im Frühlinge von der höher steigenden Sonne wieder nach allen Seiten ausgedehnt, so, daß ihre Ausdehnung auch unsere, jenem kalten Erdgürtel nahe liegenden, Gegenden trifft, folglich bei uns Winde macht, welche aus Norden, vorzüglich aber aus Nordosten wehen, weil die Sonne sie immer, wie wir eben gesehen haben, zugleich aus Osten treibt. Aber im Herbste ziehet sich die Atmosphäre am Nordpole wieder zusammen, und mithin folgt ihr welche aus den südlichern Gegenden nach, das heißt, es entstehen jezt hauptsächlich Südwinde, die aber von der Sonne gleichfalls mit aus Osten gegen Westen getrieben werden, und mithin meistens nur von Südosten her wehen. Man pflegt im übrigen solche Winde, die alle Jahre wieder kommen, periodische Winde zu nennen.

Alles dieses geschiehet, wie leicht zu erachten, auch auf der südlichen temperirten Erdzone, nur daß dort Frühling ist, wenn wir hier Herbst haben.

Sehr hohe Gebirgsreihen, heftige Gewitter, Erdbeben, feuerspeiende Berge, Sonnenfinsternisse, und so weiter, verändern aber auch die Richtung der beständigen und periodischen Winde fast beständig, und hieraus ist klar, warum dieselben wenigstens über dem vesten gebirgichten Lande fast immer in Unordnung gerathen, folglich bald aus dieser, bald aus jener Gegend wehen müssen.

Auf dem Meere und über andern großen Ebenen, die zwischen den Wendekreisen liegen, richten sich jedoch die Winde ganz ordentlich nach dem Laufe der Sonne, und nur an einigen Stellen etwa zugleich nach den entfernten hohen Gebirgsketten, die den Lauf derselben gleichsam brechen und zur Seite lenken. Daher giebt es im ostindischen Meere eine gewisse Gegend, wo sie immer sechs Monathe von Südwesten, dann aber eben so lange aus Nordosten kommen, und Passatwinde oder Moussons heißen.

Ganz nahe am Aequator hingegen wehen diese beständigen Winde fast immer so sanft, daß man sie fast gar nicht, sondern vielmehr eine stete Windstille wahrnimmt. Hier dehnt sich nämlich die Atmosphäre stets gerade aufwärts gegen die Sonne aus, und folglich kann man den Zufluß der Luft von den Seiten her gar nicht fühlen, besonders da auch dieser immer nur sanft in die Höhe strömt.

Winde, die über das Meer gegen das Land zu uns gelangen, sind gemeiniglich mit sehr vielen wäßerigen Dünsten gesättigt, welche sich sodann präcipitiren. West- Süd- und Nord-Winde bringen uns daher fast allemal Regen, weil gegen Süden das mittelländische, gegen Westen das deutsche, und gegen Norden das balthische Meer uns nahe liegt. Nordost- Ost- und Südwest-Winde hingegen bringen uns fast allemal heitere Witterung, weil sie erst über viele große Länder wehen, und ihre Feuchtigkeit größtentheils präcipitiren, ehe sie zu uns gelangen.

Nordost- und Ost-Winde bringen überdieses gewöhnlich auch Kälte in unsere Gegenden; denn die erstern kommen aus Ländern, wo es überhaupt beständig kälter, als bei uns ist, die leztern hingegen müssen vorher über den Kaukasus

sus und andere hohe Gebirge, wo bekanntlich immer Kälte herrscht, ihren Weg nehmen, ehe sie nach Deutschland kommen und sich wieder erwärmen können, daher wir denn freilich einen Theil unserer Wärme verlieren und ihnen ertheilen müssen. Südwinde hingegen bringen uns Wärme, weil sie aus Gegenden kommen, die wärmer, als die unsrigen sind. Wegen dieser Wärme verdünnen sie auch die Atmosphäre bei uns, und helfen dadurch zugleich mit Regen bewirken, der, wie gesagt, fast jeden Südwind begleitet. Aber die Westwinde, die weder über hohe Berge, noch aus kalten und warmen Ländern zu uns gelangen, können bei uns in Ansehung der Temperatur für sich allein fast gar keine Veränderung bewirken.

Oft wehen die Winde in den obern Luftregionen aus ganz andern Weltgegenden, als nah am Erdboden, wie man an dem Laufe der Wolken wahrnehmen kann, wenn man ihre Richtung und zugleich die Richtung der Wetterfahnen betrachtet: ja zuweilen kommen sogar die obern Wolken aus Norden, indem die niedrigern von Westen einherziehen, und solches geschiehet gewöhnlich, wenn sich das Wetter bald ändern will.

Unter einer schwülen Luft verstehet man diejenige Windstille, welche sich in unsern Gegenden im Sommer gewöhnlich dann einstellt, wann die Sonnenhitze viel brennbares Wesen entwickelt, und zugleich die Luft sehr verdünnet, welche davon stark elektrisch wird, große Gewitterwolken bildet, und sich endlich durch Blitz und Regen wieder abkühlt.

Bei der Geschwindigkeit, womit sich die Winde bewegen, haben wir noch zu bemerken, daß dieselbe sehr verschieden und ungleich ist. Nur die beständigen und periodischen Winde wehen gewöhnlich mit gleichförmiger Geschwindigkeit, und zwar ziemlich sanft, indem sie in einer Sekunde selten über zehen Fuß weit fortgehen, welches man an einer Federfaser, die man im Freien fliegen läßt, sehen kann. Die unbeständigen Winde hingegen, die öfters von heftigen Stößen begleitet werden, besitzen beinah durchgängig eine weit größere Geschwindigkeit, und legen oft in einer einzigen Sekunde einen Weg von 60 bis 100 Fuß zurücke. Diese heftigern Winde pflegt man Sturmwinde zu nennen, so, wie die allerheftigsten den Namen der Orkane und Windsbrauten führen.

Der

Der Wirbelwind, welcher auch Typhon heißt, weil dieser Name bei den Alten ein abscheuliches böses Wesen bedeutet, drehet sich plötzlich im Kreise herum, indem er bisweilen zugleich ganze Häuser und andere große Körper mit sich auf die Gipfel hoher Berge führt. Von solchen Begebenheiten findet man wirklich fast alle Jahre einzelne Beispiele in den öffentlichen Blättern angezeigt. Ja er zerstört zuweilen in ein paar Sekunden ganze Dörfer und Inseln, so, daß man alsdann weder Häuser noch Vieh noch Pflanzungen mehr siehet, wobei er nicht selten zugleich Blitze schlägt, und mithin das Verderben der unglücklichen Gegenden, die er trifft, mit starkem Donner vollziehet. Uebrigens erstreckt er sich zwar im Durchschnitte oft kaum hundert Schritte weit, wirbelt aber schnell auf dem Erdboden hin, und reicht bis an die Wolken, gegen welche er zugleich den Staub und alle leichte Sachen, die er ergreift, wie eine Schraube in sich in die Höhe treibt. Wer sich in der Ferne befindet, siehet ihn in Gestallt einer hellgrauen trichterförmigen Wolke, die mit ihrer Spitze bis auf den Erdboden herabreicht, über Dörfer und Felder hinweg laufen. In gebirgichten Gegenden ist solcher Wind selbst in Deutschland keine Seltenheit, zumal wenn die Atmo-

sphäre

sphäre sehr mit Gewitterwolken beladen ist. Hier nimt er nämlich den Leuten öfters die Heuschober von den Wiesen, die Garben von den Feldern, die Leinwand von den Bleichen, und so weiter, daher denn auch manche unwissende Menschen glauben, ein solcher Wind sey ein gewisser böser Drache, der ihnen ihre Sachen raube, um sie durch die Luft fortzutragen, und bösen Leuten zu bringen, die ein vermeintes Bündniß mit ihm haben.

Auf dem Meere und in wärmern Gegenden ist aber gedachter Wind noch weit furchtbarer, als bei uns. Dort reißt er zuweilen große Schiffe mit sich fort, und zertrümmert sie, wenn sie ihm in den Weg kommen, wobei er nicht nur die Wolken trichterförmig zusammen drehet, sondern auch das Wasser in Gestallt eines Kegels erhebt, und auf solche Weise die sogenannte Wasserhose bildet, die ich Euch nächstens ausführlicher beschreiben will.

Orkane und Wirbelwinde sind aber wahrscheinlich weiter nichts, als elektrische Wirkungen der Atmosphäre, die man vermittelst einer gewissen elektrischen Vorrichtung im Kleinen ordentlich nachmachen kann. Eine solche Vorrichtung bestehet bloß aus jenen beiden großen

beleg-

belegten Scheiben, zwischen welchen wir ohnlängst kleine Papierpuppen durch die Elektricität zum Tanzen gebracht haben. Streuet man nämlich Kleien auf die untere Scheibe: so werden diese auch in einen Wirbel zusammen gedrehet und in Gestallt sehr dichter Staub, oder Wolken-Säulen bis an die obere Scheibe in die Höhe gehoben, wobei zugleich oft starke elektrische Funken überspringen, die ordentliche Blitze bilden; denn die obere Scheibe bedeutet hier die Gewitterwolke, indem die untere den Erdboden vorstellet.

Elektricität scheint jedoch überhaupt auch bei allen übrigen Winden mit im Spiele zu seyn, und zwar darum, weil sich die fortströmende Luft allemal an den Bergen und andern irdischen Körpern reibt. Wenigstens findet man die Luftelektricität bei schwachem Winde allemal schwächer, als bei heftigem, wenn man sie unter übrigens gleichen Umständen vermittelst eines Wetterdrachens oft genug prüft.

Bei den Erdbeben und Wirkungen der Vulkane scheint gleichfalls die Elektricität eine Hauptrolle zu spielen. Von der eigentlichen innern Beschaffenheit unserer Erdkugel kann man zwar mit Gewißheit nichts wissen, weil man sogar in den aller-

allertiefsten Bergwerken noch nirgends über den sechstausendsten Theil ihres Halbmessers eingedrungen ist, folglich von ihr weiter noch nichts, als gleichsam nur ihre äußerste Rinde an einigen Stellen untersucht hat. Aber diese bergmännischen Untersuchungen lehren doch so viel zuverlässig, daß die großen Felsenmassen, die sich wahrscheinlich durch den ganzen Erdball hindurch erstrecken, wenigstens in der gedachten Rinde wohl Meilen tief gleichsam zerschrokt, oder zerspaltet, folglich allenthalben mit sehr vielen Ritzen oder Klüften und Höhlen durchbrochen ist, welche zum Theil mit Metallen und starken Salzen, zum Theil aber auch mit Luft und brennbaren Materien, die sich aus allerlei Aerzen durch die Auflösung entwickeln, angefüllet sind. Solche brennbare Materien sind aber an vielen unterirrdischen Stellen in unermeßlicher Menge zugegen. Denn dieses erhellet nicht nur aus den großen Schwefelmassen, womit einige Gegenden die Welt versorgen, sondern auch aus den berühmten Oehlquellen, die im Herzogthume Parma, und in einigen andern Ländern, besonders aber in Persien fließen, wo jede täglich viele Tonnen Oehl giebt, welches einen beträchtlichen Handlungsartikel daselbst ausmacht. Luft und brennbare Materien wirken aber allezeit

sehr

sehr heftig in einander, wenn sie vermittelst salzi-ger Auflösungsmittel und mit Hilfe des Wassers häufig entwickelt werden. Also müssen sich diese Materien freilich zuweilen sogar entzünden, folglich die Luft in jenen Klüften mit großer Kraft ausdehnen, den Erdboden erschüttern, und irgendwo einen Ausgang suchen, welchen sie sich daher selbst bahnen, wenn keiner da ist; und hieraus erhellet zur Genüge, warum in solchen Gegenden die Erde alsdann beben, ja zuweilen gar an irgend einer Stelle zerbersten, und Rauch, Feuer, Flammen, Steine, geschmolzene Minern oder andere dergleichen Sachen, auswerfen muß.

Wenn die Bergleute durchschlägig werden, das heißt, wenn sie in der Tiefe eine unterirdische Höhle oder Kluft eröffnen: so fährt zuweilen ein dicker Dampf heraus, den sie Schwaden nennen, und welcher sich ebenfalls nicht selten an ihren Grubenlichtern mit einem Knalle entzündet, folglich auch eine Art von Erdbeben in einem solchen Bergwerke verursacht, wobei sogar die Bergleute bisweilen zu Schaden kommen.

Da man also weiß, wie Vulkane und Erdbeben entstehen: so kann man sie im Kleinen

durch die Kunst nachmachen. Man darf zum Beispiele nur Eisenfeilspäne mit Schwefelblumen vermengen, und unter einen Erdhaufen begraben, welchen man sofort mit gesäuertem Wasser begießen muß. Denn bald hernach entzündet sich der Schwefel, und bricht in Gestallt rauchender Feuerflammen durch den Erdhügel hervor. Oder man darf auch nur ein kleines metallenes Geväß etwa zur Hälfte mit brennbarer, zur Hälfte hingegen mit gemeiner Luft füllen, und unter einen Erdhaufen begraben. Denn wenn das Geväße mit einem Korke verstopft, und im übrigen gehörig dazu eingerichtet ist: so darf man nur vermittelst eines Drathes einen kleinen elektrischen Funken hindurch leiten, um die darin befindliche Luft zu entzünden, und folglich den ganzen Erdhaufen zu zerstören, oder gar in die Luft zu sprengen, wobei man aber freilich sehr vorsichtig zu Werke gehen muß, wenn man selbst keinen Schaden leiden will.

Aber im Großen geräth gleichsam die ganze Atmosphäre in Bewegung, wenn sich dergleichen gewaltige Begebenheiten in den großen Erdschlünden und Gebirgsklüften selbst ereignen. Da steigen die brennbaren Dämpfe oft in erstaunlicher Menge aus der Erde empor, und erfüllen die

Atmo-

Atmosphäre weit umher. Diese wird, wie leicht zu erachten, davon sehr heftig elektrisch, und bildet nun schwarze Wolken, Wirbelwinde, Orkane und Blitze, welche sich daher auch fast allemal zugleich mit einfinden, so oft die Erde irgendwo bebt und Feuer speiet.

Um also die Menschen in den allermeisten Gegenden der Erdfläche vor dergleichen Unglücksfällen zu beschützen, hat unser gütiger Schöpfer die sogenannten Vulkane gebauet. Er hat nämlich die großen unterirdischen Klüfte und Schlünde aus ganzen Gegenden weit und breit umher gleichsam in gemeinschaftliche große Feueröffen zusammen geleitet, welche beständig offen stehen, so, daß die entzündeten brennbaren Materien sowohl als die unterirdischen Dämpfe aus fernen Gegenden herbei strömen und hier heraus fahren können, ohne die Erdrinde anderswo zu zerspalten oder sonst zu zerrütten.

Da sich diese Dämpfe von der erstaunlichen Hitze des unterirdischen Feuers ganz außerordentlich ausdehnen, so fahren sie durch gedachte Feueröffen mit unbeschreiblicher Geschwindigkeit heraus, und reißen oft große Steine, Erdschollen, Schlacken, Asche, und alles, was ihnen im Wege liegt, mit sich in die Höhe, worauf diese Materien, wie ohne

mein Erinnern klar ist, sofort wieder herabfallen, und mithin den Erdboden um diese offenen Feuerschlünde herum weit und breit bedecken. Auch treiben jene heißen Dämpfe durch diese Feuerschlünde oft ganze Ströme von geschmolzenen Minern empor, die sich sodann wohl Meilenweit auf dem Erdboden fortwälzen und aus Lava bestehen. Diese leuchtet, so lange sie noch flüßig ist, wie hellglühendes Eisen, und hat, nachdem sie geronnen, auf dem Bruche gewöhnlich das Ansehen dunkelgrauer unreiner Schlacken, die zuweilen schwarzem Glase ähnlich sind.

Auf solche Weise werfen gedachte Feuerschlünde nach und nach große Berge um ihre Mündungen herum auf, indem sie die Materialien dazu in unterirdischen Kanälen weit und breit herbeiführen. Da sie aber seit Anbeginn der Welt schon sehr oft Steine, Asche, Lava und Feuer ausgespien, und jedesmal durch ihren Auswurf das Land um sich her erhöhet haben, folglich bereits längst zu sehr hohen Bergen angewachsen sind: so ist klar, daß nun unter diesen Bergen sehr große Höhlen existiren müssen, welche nach und nach noch immer größer werden, weil sie noch immer zuweilen gleichsam ihre noch übrigen Eingeweide herausbrechen. Vielleicht

stürzen

stürzen also diese großen Höhlen dereinst wieder ein, wann sie die darauf liegenden und oft noch wachsenden Lasten nicht mehr werden ertragen können. Mithin werden diese Berge zum Theil einst wieder dahin versinken, woher sie gekommen sind, nämlich in jene unterirdischen großen Höhlen; denn auf Erden ist alles der Veränderung unterworfen.

Stets wüten die Vulkane zwar nicht, sondern blasen die meiste Zeit nur einen erstickenden Schwefeldampf aus ihren Feuerschlünden, die sich gemeiniglich mitten auf ihnen befinden, und Krater oder Becher heißen. Aber so oft sich aufs neue viele brennbare Materien sammlen und sich entzünden, folglich zugleich die unterirdische Luft stark erhitzen, oder vieles Wasser in Dämpfe verwandeln: so oft entstehet auch ein heftiger Ausbruch, wodurch zuweilen ganze umliegende Gegenden und Städte auf einmal auf dreyßig bis funfzig Fuß hoch mit Erde, Steinen und Lava überschüttet werden, wie denn wirklich ehemals drei berühmte Städte, nämlich Herkulanum, Pompeji und Stabiä, plötzlich unter dergleichen Auswürfen des Vesuvs begraben, und nur erst bei unsern Lebzeiten tief unter der Erdfläche wieder aufgefunden worden sind.

Also darf man sich gar nicht wundern, daß dergleichen Berge, wie der Vesuv, der Aetna, und Hekla, oder der Pik, und viele andere, die sich ausserhalb Europa befinden, nach so vielen Jahrtausenden eine so erstaunliche Höhe von zehn bis zwölf tausend Fuß, und einen Umfang von mehrern Meilen haben erlangen können; denn sie sind schon sehr oft großen Ausbrüchen unterworfen gewesen, und haben sich bei jedem beträchtlich vergrößert.

Wenn aber die gütige Vorsehung dem unterirdischen Feuer nirgends einen freien Ausgang angewiesen, und gedachte Vulkane nicht hin und wieder auf Erden angeordnet hätte: so würden fast alle Länder sehr oft von Erdbeben heimgesucht und sehr oft zerrüttet werden. Denn die eingeschlossenen Dämpfe und brennbaren Materien würden dann allenthalben sich selbst weite Oeffnungen machen, folglich den Erdboden an weit mehrern Stellen zersprengen, als wirklich geschiehet. Wo gegenwärtig der Erdboden bebt, ohne dabei zugleich zu zerreißen und Feuer zu speien, da haben entweder die entzündeten Materien wegen ihrer zu geringen Menge nicht Kraft genug, ihn zu zersprengen, oder sie fahren in ihren offenen Kanälen gegen die gemeinschaftli-

chen

chen Feuerössen der Vulkane ungehindert fort, wobei sich dann die unterirdische Luft allerdings zugleich sehr heftig erhizt und spannt, so, daß ihre Stöße freilich eine starke Erschütterung bewirken müssen, die von einem heftigen unterirdischen Getöse begleitet wird, und wobei der Erdboden zweifelsohne an mehrern Stellen öfters zerreißen würde, wenn die gedachten Kanäle nicht mit jenen offenen Kratern der feuerspeienden Berge in Verbindung ständen.

---

## Fünf und zwanzigste Unterhaltung.

### Quellen, Flüsse, Seen und Meer.

Sie haben uns lezthin von sehr schrecklichen Naturbegebenheiten unterhalten, sagte Amalie, und sezte den frommen Wunsch hinzu, daß die Vorsehung doch jedes Land vor solchen Unglücksfällen bewahren möchte.

Aber in unsern Gegenden, versezte Karl, werden wir doch nichts zu befürchten haben? Denn heftige Erdbeben und feuerspeiende Berge zeigen sich wohl nur in der Nähe des Meeres?

Ehemals hat in Deutschland, erwiderte Philalethes, allerdings auch nicht nur die Erde außerordentlich gebebt, sondern viele Berge haben auch Feuer und Lava ausgespien, wovon man jezt noch in vielen Gegenden deutliche Spuren findet. Aber diese Berge sind, fuhr er fort, längst ausgebrannt, und können gegenwärtig ohne Gefahr von Menschen bewohnt werden. Doch von diesen Begebenheiten werde ich Euch vielleicht morgen etwas erzählen. Heute müssen wir erst noch den Lauf der Flüsse, wie auch die merkwürdigen Bewegungen des Meeres kürzlich betrachten.

Das Meer sendet stündlich eine unglaubliche Menge Wasser in Gestallt feiner Dünste in die Atmosphäre, wo sich sofort Wolken daraus bilden, welche zum Theil von den Winden über das veste Land geführt werden, und als Regen oder Schnee auf den Erdboden herabfallen.

Regen mag aber auf eine Gegend fallen, auf welche er will, die lockere Dammerde durchdringt er doch allenthalben wie einen Schwamm, und solches gilt, wie leicht zu erachten, auch von dem aufgethaueten Schnee und Reif, da dieser gleichfalls Wasser giebt.

Auf

Auf dem flachen Lande liegt zunächst unter der lockern Dammerde fast überall Thon oder Letten, der das eindringende Regenwasser weiter nicht hindurch läßt, und gleichsam den vesten Boden eines großen unterirdischen Sumpfes vorstellt, worein Schöpfbrunnen und Plumpen gegraben werden. In den gebirgigen Ländern hingegen liegt unter gedachter obersten Dammerde gemeiniglich Felsen, der aber, wie Ihr schon wisset, mit vielen Rissen und Klüften durchbrochen ist, wodurch das eindringende Regen- und Schnee-Wasser oft bis zu sehr großen Tiefen hinnabsückert, oft aber auch schon am Abhange der Gebirge irgendwo einen Ausgang findet, und hier wieder hervor quillt, folglich Quellen bildet.

Quellen und Brunnen unterscheiden sich also darin, daß jene fließendes, diese aber nur stehendes Wasser geben. Will man sich einen Brunnen verschaffen: so muß man erst eine Grube graben, und sodann das darin gesammelte Wasser mit Hilfe der Plumpen oder Schöpfeimer herausheben. Die Quellen hingegen quellen an den Abhängen der Berge und in den Thälern von sich selbst aus dem Erdboden hervor, indem sie ihr Wasser allezeit von höher liegenden

Gegenden erhalten, die den eingesogenen Regen in ihren Ritzen dahin leiten, und sich oft weit um die Oeffnungen herum erstrecken, aus welchen dieses Wasser wieder hervorkömmt.

Also erhalten alle Quellen und Brunnen ihr Wasser bloß von den Wolken; und hieraus erhellet sogleich, warum bei sehr anhaltender trockener Witterung alle Quellen sich fast gänzlich verlieren, und fast alle Brunnen versäugen. Mehrere zusammenfließende Quellen machen Bäche, und mehrere Bäche machen Flüsse, die nun unterwegens auch andere kleinere Flüsse, Bäche und Quellen aufnehmen, und stets nach tiefern Gegenden bis in das Meer hinab fließen.

Sehr große und weitläuftige Gebirge nehmen sehr viel Regen und Schnee auf sich, und sind gewöhnlich am weitesten von dem Meere entfernt. Mithin müssen daselbst auch sehr große Flüsse entspringen. Denn da sind nicht nur die Quellen, die den Ursprung dieser Flüsse bilden, sehr stark und zahlreich, sondern die Flüsse haben auch selbst einen sehr langen Weg zu machen, und können folglich sehr viele Bäche und kleinere Flüsse rechts und links aufnehmen, woraus zugleich klar ist, warum die größten Flüsse immer an den größten Gebirgen entspringen, wie zum

Bei-

Beispiele die Donau, der Rhein, die Elbe, die Rhone, der Nil, der Amazonenfluß, u. s. w.

An einigen Orten, wo der Erdboden nicht abhängig ist, und wo also die Flüsse kein Gefälle haben, da stauet sich ihr Wasser, und bildet mitten in vestem Lande große Bassins, die den Namen der Seen führen, und so hoch anwachsen, bis ihr Wasser irgendwo überfließt, folglich die Flüsse, die sie an der einen Seite aufnehmen, an der andern wieder weiter senden. Oft sammlet sich aber auch das Quellwasser gleich in den Thälern, wo es aus dem Erdboden hervorquillt, in Seen, woraus dann ebenfalls Flüsse entspringen, wie denn die Wolga in der That aus einem solchen See entspringt, der sein Daseyn bloß dem Wasser, das auf seinem Boden hervorquillt, zu danken hat.

Auch laufen einige Flüsse an manchen Stellen eine Strecke weit unter dem Erdboden fort, und kommen anderwärts wieder hervor. Dieß geschiehet besonders in den Gegenden, wo einst Berge eingestürzet sind, und sich mit ihren Seiten über die Flüsse gelegt haben. Andere erreichen das Meer gar nicht, sondern verlieren sich im Sande, ehe sie dahin gelangen, wovon uns ein Arm des Rheins, der bekanntlich sein Grab

im Sande findet, zum Beispiele dienen kann. Noch andere, welche auf Gebirgen entspringen, wo in gewissen Jahreszeiten sehr viel Regen fällt, pflegen jährlich in bestimmten Monathen aus ihren Ufern zu treten, und fruchtbare Ueberschwemmungen zu machen, wodurch sich vorzüglich der Nil auszeichnet. Ueberdieses ziehen auch einige grosse Flüsse durch ihre Wasserfälle unsere Bewunderung auf sich. Denn daß ein Schauspiel von dieser Art, welches die Natur selbst uns giebt, wenn sie ungeheuere schäumende Wasserwogen über hohe steile Felsen in den Abgrund herabdonnert, folglich den Erdboden gleichsam bebend und von Wasserdämpfen rauchend macht, sehr groß und erhaben seyn müsse, das kann man sich leicht vorstellen. Bei uns in Deutschland ist vorzüglich der große Rheinfall ohnweit Schaafhausen merkwürdig. Aber in Nordamerika giebt es noch weit größere, wo die mächtigsten Ströme sich auf einmal wohl ein paar hundert Fuß hoch gerade herabstürzen.

Vertiefte und mit Wasser angefüllte Gegenden, die einen sichtbaren Abfluß haben, werden, wie gesagt, Seen genannt. Bemerkt man aber keinen sichtbaren Abfluß an ihnen: so pflegt man sie gemeiniglich Sümpfe zu nennen, wie-

wohl

wohl sie zuweilen, wenn sie sehr groß sind, ebenfalls den Namen der Seen behalten. Die eigentlichen Sümpfe aber erhalten ihr Wasser meistentheils vom Regen und Schnee und von ausgetretenen Flüssen, daher sie auch bei trockener Witterung meistentheils vertrocknen, bei nasser hingegen wieder anschwellen.

Unter dem Ozeane oder Weltmeere verstehet man endlich den größten Theil der Erdfläche, so weit sie zusammenhängend mit Wasser bedeckt ist, und alle Flüsse der Inseln sowohl als des vesten Landes in sich aufnimmt. Geographen unterscheiden zwar noch in ihm das atlantische, das indische, das deutsche Meer, die Nordsee und so weiter: aber dieß geschiehet nur gewisser Bequemlichkeit wegen, denn eigentlich machen alle diese Meere und Seen nur ein einziges zusammenhangendes Meer, oder den Ozean aus. Und wo sich das Meer durch enge Oeffnungen in das veste Land herein ziehet, da bildet es die sogenannten Meerbusen, von welchen sich einige ungemein weit ausbreiten und aus diesem Grunde von unsern Vorfahren, die jedes große Wasser eine See oder ein Meer nannten, sogar den Namen der Meere, zum Beispiele des balthischen, des mittelländischen Meeres, erhalten haben.

Die

Die Quellen und Flüsse werden also bloß vom Regen und Schnee unterhalten. Damit man aber mit Gewißheit erfahren möchte, ob Regen und Schnee auch in der That hinlänglich wären, so viele und große Flüsse Jahr aus Jahr ein mit Wasser zu versorgen: so hat man nicht nur durch ziemlich genaue Beobachtungen ausfindig zu machen gesucht, wie viel Wasser die Flüsse eines Landes jährlich in das Meer abführen, sondern man hat auch bestimmt, wie viel aus der Atmosphäre jährlich auf dasselbe Land herabfällt. Und auf diese Weise hat man gefunden, daß Regen und Schnee und Hagel, ohne den Thau mit gerechnet, sogar bei weitem noch mehr Wasser geben, als zu der beständigen Unterhaltung der Flüsse erfoderlich ist. Man hat nämlich gefunden, daß nur allein in Deutschland aller Schnee und Regen im Durchschnitte jährlich wohl 40 000 000 000 000 Kubikfuß Wasser giebt, und daß im Gegentheile alle Flüsse in Deutschland jährlich nur etwa 24 000 000 000 000 Kubikfuß davon in das Meer führen, welches aber auch anders nicht seyn kann, weil ein großer Theil des Regenwassers aus dem Erdboden, wohin es fällt, sogleich wieder ausdünstet, um sofort aufs neue Regentropfen zu bilden. Denn es ist leicht zu erachten, daß ein

beträcht-

beträchtlicher Theil des Regen- und Schnee-Wassers bloß über dem vesten Lande seinen Kreislauf stets vollziehen muß, indem dieser Theil bald in Form der Dünste in die Luft steigt, bald als Regen den Erdboden befeuchtet, ohne mit anderem Regen- und Schnee-Wasser in das Meer hinnab zu fliesten.

Daß aber auch das Meer im Ganzen genommen eben so viel ausdünste, als ihm die Flüsse zuführen, das ist ebenfalls gewiß, und zwar darum, weil es außerdem überlaufen, folglich das trockene flache Land gar bald unter Wasser setzen müßte, welches jedoch bekanntlich nicht geschiehet. Es tritt zwar an manchen Stellen über seine Ufer, und schwillt zuweilen auf: allein dafür sinkt es auch in andern Gegenden desto tiefer, indem gar mancherlei Ursachen zusammen kommen, die in einigen Gegenden den Meeresgrund allmählig zu trockenem Boden in andern aber den trockenen Boden zu Meeresgrunde machen können.

Gleichwie nun der Erdboden auf dem Trockenen in vielen Gegenden aus großen Salzlagern bestehet: eben so bestehet auch der Meeresgrund an sehr vielen Stellen daraus, und von diesem Salze hat das Meerwasser längst schon so

viel

viel in sich genommen, daß es wegen seines bittern und salzigen Geschmacks gar nicht mehr trinkbar ist, sondern erst gereinigt werden muß, wenn man es genießen will.

Auch ruhet im Ozeane das Wasser nie, wie etwa in großen Seen zuweilen, wenn der Wind nicht hinein bläset, geschiehet. Vielmehr strömt es mit großer Gewalt beständig nach verschiedenen Richtungen fort, und ist mithin stets in Bewegung begriffen.

Die stärkste und vornehmste dieser Strömungen gehet unter dem Namen der Fluth von Osten gegen Westen, und richtet sich vorzüglich nach dem Monde; denn wo dieser sich eine Strecke weit über den Horizont erhebt, da fängt allemal das Meer an zu schwellen, und schwillt immer höher, je mehr er sich dem Scheitelpunkte nähert. Nach einigen Stunden aber fängt es dann täglich wieder an, von den Ufern zurücke zu treten, und wird nach und nach allmählig niedriger, bis es endlich, bald nachdem der Mond untergegangen ist, am niedrigsten stehet, oder die sogenannte Ebbe macht. Hierauf steigt es zum zweiten male so lange, bis der Mond sich durch den untern Meridian, so zu sagen, fortbewegt hat, und macht auf solche Weise die

zweite

zweite Fluth, die also nach der ersten ohngefähr in zwölf Stunden folgt. Endlich fällt es aufs neue wieder bis zu Aufgange des Mondes, um auch eine zweite Ebbe hervor zu bringen.

Da der Mond von einem Aufgange bis zum andern beinah 25 Stunden braucht: so muß auf dem freien Meere alle 25 Stunden zwei mal Fluth und zwei mal Ebbe seyn, welches auch der Erfahrung vollkommen gemäß ist. Im übrigen pflegt beim Neu- und Voll-Monde die Fluth allezeit höher, als bei den Mondvierteln zu steigen, besonders aber um die Tage der Nachtgleichen. Denn da erhebt sie sich zwischen den Wendekreisen wohl auf zwanzig bis dreyßig Fuß hoch, so, wie sie daselbst überhaupt allemal weit höher, als näher an den Polen, sich erhebt.

Es ist leicht zu erachten, daß die Ursache dieser Naturbegebenheit ihren Grund vorzüglich in der anziehenden Kraft des Mondes habe. Man kann nämlich die Erdkugel, soweit sie mit Wasser umgeben ist, als einen flüßigen Körper betrachten, der von jedem andern nahe liegendem Körper ein wenig in die Länge gezogen wird, und nur dann vollkommen kugelrund seyn würde, wann keine anziehende Kraft von Außen auf ihn wirkte, oder wenn er sich nicht um seine

Axe drehete, wie dieses alles bei Betrachtung des Ursprunges der verschiedenen Eigenschaften der Körper hinlänglich gezeigt worden ist, und nun durch eine bildliche Darstellung noch deutlicher erhellen soll.

Wir wollen uns nämlich vorstellen, daß hier ABCD, Tab. XX, Fig. 2, die Erde, M hingegen den Mond, und A diejenige Stelle der Erde bedeute, wo Teneriffa, oder der Piko liegt. Nehmen wir nun ferner an, daß den Bewohnern dieser Insel der Mond jezt in Osten am Horizonte erscheine: so ist sogleich klar, daß das Meer bei B dem Monde gerade um den ganzen Durchmesser des Erdballes näher liegt, als bei D, folglich auch in B weit stärker von dem Monde angezogen wird, als in D, und zwar hauptsächlich darum, weil der ganze Erdmesser BD, welcher bekanntlich 1720 Meilen beträgt, in Hinsicht auf die Entfernung des Mondes BM oder DM einen beträchtlichen Unterschied macht. Wäre nun kein Mond zugegen: so würden alle Parallelen auf Erden eben so vollkommene Kreislinien seyn, wie hier die punktirte Linie vorstellt, und von Ebbe und Fluth würde man also nichts wissen. Da er sich aber jezt wirklich bei M befindet: so ziehet er das gerade unter ihm befindliche

liche Meerwasser bei B ein wenig über die Kreislinie in die Höhe, das heißt, es fließt von den Seiten A oder C zum Theil gegen B hin und schwillt hier über die Kreislinie empor, indem es in den Gegenden bei A und C um eben so viel unter diese Linie hinnab sinkt. Auf solche Weise muß also bei B jezt nothwendig Fluth, bei C und A hingegen Ebbe seyn. Aber bei D ist auch Fluth. Denn das Wasser wird nicht nur nicht merklich von dem Monde nach A und C herüber gezogen, sondern es erhält auch durch die Rotation der Erdkugel hier bei D jedesmal einen stärkern Schwung, als das Wasser in B oder A oder C, so, daß es wegen dieses größern Schwunges ebenfalls ein wenig über die Kreislinie empor steigen muß. Hieraus erhellet also, warum allemal an zwei einander entgegengesezten Vierteln der Erdfläche Fluth, an den beiden dazwischen befindlichen Vierteln hingegen Ebbe ist. Nun aber drehet sich auch die Erde um ihre Axe, und bringt gedachte Insel A gerade unter den Mond M, oder in die Stelle B, nachdem etwa ein Viertelstag verflossen ist. Mithin muß nun das Meer an dieser Insel ein wenig über die angezeigte Kreislinie sich erheben, und hier sowohl, als an der entgegengesezten Seite der Erde, wie zuvor, Fluth machen, das heißt, beide Fluthen

 sind

sind indessen von dem Thurme B zu dem Berge A, und von dem Schiffe D zu dem Thurme C aus Osten gegen Westen um den vierten Theil der Erde herum geströmt, folglich gleichsam dem Monde nachgelaufen. Kömmt hierauf die Insel A bis C herum: so gehet bei ihr der Mond unter, daher sie nun wieder Ebbe hat, auf welche aber auch sofort wieder Fluth folgt, so bald sie sich weiter nach D hin drehet, und mithin auf die von dem Monde abgewandte Seite der Erde zu liegen kömmt, woraus erhellet, warum binnen etwa 25 Stunden allemal zwei mal Fluth und zwei mal Ebbe auf einer und eben derselben Stelle des Meeres ist.

Auch die Sonne kann das Meer merklich erheben, obgleich bei weitem nicht so viel, als der Mond, weil sie wohl 500 mal weiter, als dieser, von uns abstehet. Wenn daher Neumond ist, wo Sonne und Mond zugleich auf eine und eben dieselbe Meeresgegend wirken, oder auch, wenn beim Vollmonde die Sonne an der einen, der Mond hingegen an der andern Seite des Erdballs das Meer in die Höhe ziehet: so steigt allemal die Fluth sehr hoch, und wird Springfluth genannt, welche sofort noch größer wird, wenn sich der Mond zugleich in seiner

größten

größten Erdnähe befindet, und wenn diese Umstände noch obendrein gerade um die Nachtgleichen zusammen treffen. Stehen aber diejenigen Meeresgegenden, wo der Mond für sich Ebbe macht, zugleich ziemlich senkrecht unter der Sonne: so ziehet leztere das Wasser daselbst ein wenig nach sich, und vermindert mithin die eigentliche Ebbe des Mondes merklich, woraus denn leicht abzunehmen ist, warum bei den Mondvierteln der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe nie so groß, wie bei dem Neu- und Voll-Monde seyn kann.

Da die Seen mit dem Weltmeere nicht zusammenhangen: so kann dieses Anschwellen des Wassers in ihnen gar nicht Statt finden. Auf gleiche Weise zeigt sich auch in vielen Meerbusen, die nur mit engen Eingängen versehen sind, keine ordentliche Fluth, und zwar darum, weil durch dergleichen enge Wege das Wasser aus dem fluthenden Meere nicht geschwind genug hinnein und heraus fließen kann, zumal wenn solche Oeffnungen nicht gegen Osten, wo die Fluth vorzüglich herkömmt, gerichtet ist. Aus dieser Ursache haben also einige Meerbusen täglich nur ein mal Fluth, die noch dazu der eigentlichen Meeresfluth gar nicht ordentlich nachfolgt, sondern sich bald eher bald später einfindet. Ja der

große europäische Meerbusen, das balthische Meer, ist fast gar keiner merklichen Abwechselung von Fluth und Ebbe unterworfen, weil es zu weit im Norden liegt, und nur vermittelst etlicher schmaler Kanäle nach Norden und Westen gegen das Weltmeer sich öffnet. Nicht selten treiben sogar entgegenblasende Winde das Wasser wieder zurück, wenn es durch solche enge Wege in die Meerbusen herein fluthen will. Doch oft befördern sie auch die Fluth, wenn sie nämlich nach eben der Gegend, nach welcher diese fortströmet, ihren Weg nehmen. Denn Sturmwinde und Orkane sind allerdings im Stande, den Lauf des Wassers zu hemmen, und seine Fluthen wie Hügel aufzuthürmen, oder auch wohl die Meereswogen weit über das flache Land hin zu treiben. Ja die Wirbelwinde heben sogar, wie schon gesagt, zuweilen ungeheure Wassermassen aus dem Meere in Form hoher Säulen zu den Wolken empor, um diejenigen Erscheinungen hervor zu bringen, die man Wasserhosen zu nennen pflegt, und welche sich ohngefähr so zeigen, wie diese bildliche Darstellung, Tab. XX, Fig. 3, zu erkennen giebt.

Nämlich diese Wirbelwinde drehen zuweilen die Wolken no. 1 trichterförmig zusammen, und wirbeln zugleich das darunter befindliche Meer-

wasser in Gestallt eines Hügels, welcher zulezt gemeiniglich in einen Dunst zerstäubt, gegen den herabhangenden Wolkentrichter empor. Oft vereinigt sich auch der herabhangende Wolkenkegel mit jenem Wasserhügel, no. 2, und bildet eine ganze Säule, die von der Meeresfläche ununterbrochen bis zu den Wolken sich erhebet, und gewöhnlich wie eine durchsichtige Schraube erscheint: ja man hat wahrgenommen, daß das Wasser an solchen Säulen ordentlich wie in Schraubengängen aus dem Meere zu den Wolken hinnauf wirbelt. Gemeiniglich läuft aber die Wolke, woran die Wasserhose hängt, sehr geschwind, so, daß der Wasserhügel, worauf sie sizt, nicht schnell genug nachfolgen kann. Daher neigt sich die ganze Wasserhose gar bald in eine schiefe Lage, no. 3, und zerreißt endlich, wobei man, wie Herr Forster in der Beschreibung seiner Seereisen meldet, zuweilen sogar einen Bliz wahrnimt. Gewöhnlich sind solche Wassersäulen im Durchmesser zwar kaum ein paar Fuß dick: aber die Schiffer fürchten sich demohngeachtet gar sehr vor ihnen, und schießen mit Kanonenkugeln hinein, um sie zu zerstören, weil ein Schiff davon ohnfehlbar zertrümmert würde, wenn es ihnen so nahe käme, daß ihre Wirbel dasselbe mit fortreißen könnten.

Man hat auch Dampfhosen, no. 4, auf dem Meere beobachtet, welche wohl dritteshalb hundert Fuß hoch, aber nur etwa zwei Klaftern dicke gewesen, und in einer Weite von etwa achtzehen Klaftern vor den Fahrzeugen vorbeigelaufen sind. Sie haben den Matrosen ihre nassen Kleider rauchend gemacht, und müssen daher ungemein heiß gewesen seyn, da sie ihre Hitze so weit haben verbreiten können.

Daß diese merkwürdigen Erscheinungen ihr Daseyn hauptsächlich durch die aufgeregte Elektricität erhalten, das habe ich Euch schon gesagt. Man kann sie daher auch im Kleinen fast eben so gut, wie die Wirkungen anderer Wirbelwinde nachmachen, wenn man die belegten Scheiben, die zum elektrischen Tanze gehören, stark mit Wasser benezt, und an die untere Fläche der obern Scheibe einen kleinen blechernen Buckel, der eine Wolke vorstellt, gehörig bevestigt.

Allein alle diese Bewegungen, die das Meer von den Sturmen und Wirbelwinden erduldet, sind bei weitem nicht so allgemein, und erstrekken sich auch lange nicht so sehr in die Tiefe, als diejenigen, die Mond und Sonne bei der Fluth verursachen, oder auch als diejenigen, die ich nun beschreiben will.

Vermöge der täglichen Bewegung der Erdkugel um ihre Axe ist nämlich das Meer zwischen den Wendekreisen, wo die Centrifugalkraft am größten ist, beständig leichter, und muß mithin daselbst auch ohne Unterlaß höher, als in den kalten und gemäßigten Erdgürteln, sich erheben. Folglich muß aus Norden und Süden stets Wasser gegen den Aequator hinströmen, um stets das daselbst verlohren gegangene Geichgewicht wieder herzustellen. Aber alles Wasser, welches täglich nach diesen Gegenden hinfließt, kann dort nicht bleiben, weil es daselbst zu beiden Seiten, das heißt gegen Süden und Norden, sofort gleichsam überfließt. Folglich muß wenigstens der größte Theil davon stets wieder gegen die Pole und kalten Erdzonen zurücke strömen. Von dem Aequator, wo es überfließt, strömt es also bloß an der Oberfläche des Meeres gegen die Pole zurück, und von diesen fließt es in der Tiefe gegen den Aequator hin; denn sonst würden diese beiden Ströme einander aufhalten, weil sie einander gerade entgegen gerichtet wären.

Also bewegt sich das Wasser des Ozeans hauptsächlich auf dreierlei Art: erstlich von Osten gegen Westen, hernach von den Polen gegen

 den

den Aequator, und endlich von diesem gegen jene hin. Aber gleichwie die erstere dieser Bewegungen, nämlich die Fluth, aus verschiedenen Ursachen in vielen Gegenden großen Unordnungen unterworfen ist: eben so wird auch die Richtung der beiden leztern durch tausenderlei Hindernisse bald in dieser, bald in einer andern Gegend gar sehr verändert.

Auf dem Grunde des Meeres befinden sich nämlich viele steile Felsen und Gebirge, an welchen die Meerströme in der Tiefe anstoßen, folglich sich stämmen, und ihren Weg, so, wie die Ströme auf dem trockenen Erdboden, durch die dazwischen befindlichen krummen Thäler nehmen. Ja es giebt Felsenreihen in dem Meere, die wohl zehen tausend Fuß hoch sind, und mithin die Richtungen der strömenden Fluthen allerdings gar sehr verändern können.

Daß aber das Meer nicht nur an seiner Oberfläche, sondern auch in der Tiefe gleichsam aus lauter Strömen bestehe, wie auch, daß die untern Ströme oft nach einer ganz andern Richtung fortgehen, als die obern, das ist allen Schiffern bekannt. Wenn sie nämlich das Bleiloth fallen lassen, um den Boden des Meeres damit auszukundschaften: so fällt es fast nie

senk-

senkrecht, sondern beinah allemal nur schief hinab, weil es von den Strömen, die sich in der Tiefe befinden, mit fortgerissen wird. Auf der Oberfläche des Meeres hingegen bemerken sie die Ströme dadurch, daß die Schiffe davon oft mit fort geschwämmet werden, und folglich zuweilen nach ganz andern Gegenden laufen, als nach welchen der Wind sie treibt.

An der Oberfläche des Meeres geben, wie gesagt, Sturmwinde und Orkane, wie auch die hohen Ufer und sogenannten Vorgebirge, die dem fluthenden und strömenden Wasser den Weg versperren, oft eine neue Richtung, woraus erhellet, warum bei den obern Strömen des Meeres ebenfalls fast gar keine Regelmäßigkeit Statt finden kann.

Alles dieses entspricht nun den Beobachtungen der Seereisenden vollkommen. Denn diese sagen allerdings einstimmig aus, daß das Meer in einigen Gegenden nach Norden, in andern nach Süden, in einigen nach Osten, in andern nach Westen, und so ferner, strömet.

Wo die Ströme an spitzige Felsen stoßen, die auf dem Grunde des Meeres oder großer Flüsse empor stehen, da fahren sie nicht gerade vorbei, sondern kläuseln sich wirbelförmig um sie herum, und

und bilden die sogenannten Strudel, die an ihren Rändern beträchtlich erhoben, in der Mitte hingegen wie Trichter vertieft erscheinen, und alles, was ihnen zu nahe kömmt, oder nicht schnell genug über sie hinweg fahren kann, mit großer Gewalt zu Grunde wirbeln. Dergleichen Strudel bemerkt man sogar auch in mittelmäßigen Flüssen, wo sie aber freilich oft kaum einen Fuß im Durchmesser breit, und folglich gar nicht gefährlich sind, weil da die spitzigen Steine, um welche das Wasser herum wirbelt, selten über etliche Fuß hoch aus den Flußbetten in die Höhe reichen.

Doch bei Grein in Oberöstreich machte die Donau ehemals allerdings einen gefährlichen Strudel, wo die Schiffer ihre ganze Kraft und Geschicklichkeit anwenden mußten, um darüber hinweg zu kommen. Gegenwärtig existirt er nicht mehr, weil man die Felsen, die ihn veranlasset haben, gesprengt und heraus geschaft hat.

Aber weit größer und gefährlicher ist der sogenannte Maalstrom, ich meine den berühmten Strudel des Nordmeers an den norwegischen Küsten nicht weit von Drontheim, welcher wohl zwölf Meilen im Umfange beträgt, und alles verschlingt, was ihm zu nahe kömmt. Um ihn

herum

herum ragen viele felsigte Klippen aus dem Meere in die Höhe, welche daher zu erkennen geben, daß ihrer daselbst noch weit mehr unter dem Wasser verborgen stehen, die diesen Strudel eben verursachen.

Was die berühmte Charybdis oder den Meerstrudel bei Sicilien betrifft: so hat sich einst ein Fischer in sie hinnab gelassen, und eine merkwürdige Beschreibung davon gemacht, als er wieder herauf gekommen ist. Er hieß Niklas, und hatte sich von Jugend auf dergestallt an das Meer gewöhnt, daß er oft etliche Tage lang, ohne an das Tagelicht zu kommen, darinne verweilen konnte, um Korallen und Muscheln zu sammlen, daher ihn auch die andern Fischer nur schlechthin den Fisch nannten. Er war wirklich einem Amphibion fast ähnlicher, als einem Menschen: denn er lebte im Wasser von rohen Fischen; und zwischen seinen Fingern und Zähen hatten sich ordentliche Schwimmhäute wie bei den Fröschen gebildet, wobei zugleich auch sein übriger Körper, vorzüglich aber die Brust, von seinem öftern Aufenthalte im Wasser, sehr verunstaltet war. Dieser seltsame Fischer sollte nun einen goldenen Becher, den der König von Sicilien in die Charybdis hatte werfen lassen, wieder

der heraus holen, und ihn zum Lohn für sich behalten. Anfänglich weigerte er sich zwar, aber der goldene Becher hob doch gar bald alle Schwierigkeiten, und er fuhr in den Strudel hinnab. Nach drei Stunden kam er, den Becher in den Händen empor haltend und frohlokkend, aus der Tiefe wieder herauf, und wurde unter großem Beifallrufen des Volkes in den königlichen Pallast geführt, wo er sich von seiner schweren Arbeit zuvor durch Schlaf und Speisen erholen mußte, eh' er sagen konnte, was er in der Tiefe angetroffen hatte. Als ihn dann der König fragte, warum er sich anfänglich gefürchtet habe, den Becher heraus zu holen, antwortete er folgendes: „Fische und Menschen sind in der Charybdis vorzüglich viererlei Gefahren ausgesezt, weshalb sie nicht für gut befinden, dahin zu gehen. Denn fürs erste giebt es daselbst eine so große Menge spitziger und scharfer Felsenklippen, daß es nicht möglich ist, hindurch zu kommen, ohne sich die Haut zu zerreißen, und man würde sich einer offenbaren Lebensgefahr unterwerfen, wenn man zwischen diesen Klippen hinnab klimmen wollte. Fürs zweite wälzen sich große Wasserströme mit unglaublicher Gewalt zwischen diesen Felsen gegen einander, aus welchen sofort furchtbare Wirbel

entstehen, die beim bloßen Anblicke nicht nur mich, sondern auch die Fische in Furcht und Schrecken setzen. Die dritte große Gefahr bestehet in den ungeheuern Polypen, die sich an diesen Steinklippen vestgesezt, und in Gestallt unermeßlicher Bärthe aneinander gehängt haben. Diese lebendigen und weit ausgebreiteten Bärthe haben mir den größten Schrecken verursacht. Fürs vierte sah ich auch in den Höhlen dieser Klippen eine Menge jener großen grausamen Hayen, welche in jedem Kiefer drei Reihen scharfer Zähne haben, auf ihren Raub lauern.“ Auf die Frage, wie er den goldenen Becher so geschwind habe wieder finden können, gab er folgende Antwort: „Ich weiß, daß die hinnein geworfenen Sachen nicht gerade zu Boden fallen, sondern von den Strömen erst hin und her getrieben werden. Also sank ich an eben der Stelle unter, wo der Becher hinnein gefallen war, und überließ mich nun gänzlich den Strömen, die mich dann ebenfalls nach derjenigen Gegend führten, nach welcher sie den Becher getrieben hatten, und so fand ich ihn. Aber er war glücklicherweise nicht bis auf den Grund hinab gefallen, sondern auf einer eingebogenen Steinklippe liegen geblieben, sonst hätte ich ihn schwerlich wieder herauf holen können, weil es fast unmög-

lich

lich ist, bis auf den Grund zu gelangen. „Denn setzte er hinzu," da sind schreckliche Schlünde, die das Wasser stromweise verschlingen, indem sie es auf der andern Seite mit solcher Gewalt wieder von sich speien, daß ihnen kein Mensch zu widerstehen vermag. Dazu ist auch das Meer hier so tief, daß auf dem Grunde die schwärzeste Finsterniß, die man sich nur immer vorstellen kann, auch sogar am hellen Mittage herrscht." Man verlangte von ihm, daß er sich noch *ein mal* hinnab wagen, und alles noch genauer untersuchen sollte. Allein er wollte nicht. Nur ein Beutel mit Golde und ein daran hangender zweiter Becher von großem Werthe, den man abermals in die Charybdis warf, konnte ihn dazu bewegen: denn jezt stürzte er sich sogleich aufs neue in diese furchtbaren Abgründe, und soll noch wieder heraus kommen.

Ach, sagte Amalie, der König von Sicilien hätte dem armen Manne das Gold wohl für die bereits überstandenen Gefahren schenken, und sich an seinen erstern Aussagen begnügen können!

Allerdings, versezte Philalethes, wenn er nur gewollt hätte.

Wäre

Wäre ich der König von Sicilien gewesen, sezte Karl hinzu, so hätte ich den armen Mann gewiß nicht zum zweiten male hinnein springen lassen, sondern ihm das Gold für die ertheilten Nachrichten gegeben. Aber, fuhr er fort, wie doch diese Felsenklippen im Meere entstanden seyn mögen? Man sollte denken, der Meeresgrund müßte allenthalben nur aus großen Sandlagen und Schlamm bestehen? Oder hat Gott etwa den ganzen Erdball, und mithin auch den Meeresgrund gleich so erschaffen, wie er jezt noch gebildet ist?

Sehr große Veränderungen muß die Erdkugel seit ihrer ersten Bildung allerdings oft gelitten haben, erwiderte Philalethes. Wie sie aber, sezte er hinzu, anfänglich eigentlich beschaffen gewesen sey, und wie vielerlei Umbildungen sie unterworfen gewesen, das ist sehr schwer, ja vielleicht sogar unmöglich, genau zu errathen. Meine unmaßgeblichen Gedanken hierüber will ich Euch in der nächsten Vorlesung eröffnen.

---

# Sechs und zwanzigste Unterhaltung.

## Grundriß der ältesten Geschichte der Natur.

Auf Erden hat alles einen Anfang und ein Ende und nichts dauert ewig. Thiere und Gewächse werden gebohren, wachsen groß, tragen Früchte, und sterben, und von ihren Trümmern ernähren sich sofort andere Geschöpfe, die ebenfalls davon groß wachsen, und zulezt wieder andern Geschöpfen zur Nahrung dienen. Sogar die Steine auf dem Felde selbst bleiben nicht ewig Steine, sondern verwittern und zerfallen in Erde, so, wie im Gegentheile die Erde an vielen Stellen allmählich zu Stein verhärtet. Eben dieses geschiehet auch bei den Metallen, indem diese gleichfalls bald an der Luft verwittern, bald sich in den Klüften und Ritzen der Erde aufs neue erzeugen.

Von diesem Wechsel der irdischen Gegenstände, die wir als einzelne Theile der Erde betrachten müssen, sind alle Menschen vollkommen überzeugt, weil er sich oft vor unsern eigenen Augen zuträgt. Wenn aber die Theile eines

Ganzen mannichfaltigen Veränderungen unterworfen sind: so ist auch das Ganze selbst nicht von Ewigkeit her so beschaffen gewesen, wie jezt. Also muß man freilich schließen, daß die ganze Erdkugel der Auflösung unterworfen sey, und nicht von Ewigkeit her existire, wenigstens nicht in ihrer gegenwärtigen Form existirt habe, und zwar darum, weil alle ihre Theile auf eine sehr mannichfaltige Weise beständig zerstört und verändert werden, so, daß aus deren Ruinen immer andere und andere neue Wesen sich bilden. Auch stimmen alle Nachrichten der Naturforscher, die den Erdball an seiner Oberfläche sowohl, als in seiner gebirgigen Rinde, mit Fleiß untersucht haben, darin überein, daß er sogar erst seit seiner Existenz noch ganz erstaunlich große und wichtige Umbildungen erlitten habe: und hierdurch wird obiger Schluß noch desto mehr erhärtet.

Also muß die Erde, so wie das ganze Sternenheer, einen Anfang irgend einmal gehabt haben. Wollte man sich nun vorstellen, daß der Schöpfer die Sonnen und Planeten, nebst allen übrigen organischen Wesen, wie ein Töpfer seine Töpfe, auf der Scheibe gedrehet, und sofort in den weiten Himmelsraum ausgestellet hätte: so

 wäre

wäre das freilich ein sehr kompendiöser Gedanke, und man könnte auf solche Weise die ganze Schöpfungsgeschichte sehr geschwind erlernen. Aber der denkende Mensch ist hiemit nicht zufrieden. Er weiß, daß Gott seine Gesetze in die Natur gelegt hat und sie nach diesen Gesetzen leitet. Wie also Gott nach diesen Gesetzen, die er uns durch gute und weise Menschen hat offenbaren oder bekannt machen lassen, die Welt gebildet habe, das ist es, was der denkende Mensch zuweilen zu wissen wünscht, und wovon wir uns jezt noch kürzlich unterhalten wollen.

Wenn demnach anfänglich die Materientheilchen, die zum Weltenbau erfoderlich waren, noch keine anziehende Kraft gegen einander äußerten: so schwebten sie einzeln und ohne Ordnung in dem unendlichen Raume des Himmels, und bewegten sich nicht nur nicht, sondern machten auch weder Licht noch Wärme, daher damals alles noch ein wüstes finsteres Chaos war, aus welchem sich noch keine Körper bildeten. Als ihnen aber der Ewige die anziehende bildende Kraft ertheilte: da wurden diese Materientheilchen gleichsam lebendig, das heißt, sie fingen nun sogleich an, sich zu bewegen, sich zu vereinigen, und ordentliche Körper zu bilden. Nach den

Gesetzen der Wahlanziehung konnten sich aber immer nur diejenigen am ersten mit einander vereinigen, die zunächst mit einander verwandt waren, und auf diese Art brachte der Schöpfer die sogenannten Elemente hervor. Die feinsten und wirksamsten Materientheilchen machten das Elementarfeuer aus, indem die gröbern und minder wirksamen Luft und Wasser, die allergröbsten und noch minder wirksamen hingegen die Elementarerde bildeten.

Nun hat aber das Feuerelement entweder vermöge seiner überwiegenden Menge, oder vermöge seiner großen Wirksamkeit offenbar über die andern Elemente die Oberhand in der Welt, und verbindet sich zum liebsten und am vestesten mit Erde, womit es, wenn es aufgeregt wird, bekanntlich das gemeine Küchenfeuer darstellt. Mithin vereinigte sich das Feuerelement in unendlich vielen Stellen des Weltraums vermöge seiner Wahlanziehung zuerst mit dem erdigen am innigsten, und bildete mit ihm nach und nach die innersten Massen derjenigen runden Materienklumpen, die wir Sonnen oder Fixsterne zu nennen pflegen. Die meisten Luft- und Wasser-Theilchen hingegen waren von dieser Verbindung noch ausgeschlossen, indem sie von gedachten Sonnenmassen zwar ange-

 zogen

zogen wurden, aber wegen der geringern Affinität sich nicht gänzlich damit vermischen konnten, und folglich nur ungeheuere Atmosphären um diese Sonnen bildeten, welche von dem Schöpfer zugleich die ursprünglichen Saamen aller organischen und lebendigen Wesen gleichsam in ihren Schooß empfiengen.

Es ist aber leicht zu erachten, daß die Sonnen bei ihrer Entstehung auch sogleich anfangen mußten, sich umzudrehen. Denn alle Materien, die sich vermöge ihrer anziehenden Kräfte gegen einander bewegen, und in ihrem Laufe schief zusammen treffen, wirbeln sofort um einander herum, wie schon aus den Meerstrudeln erhellet, wo sich das Wasser auch in Kreisen um die Steinklippen, die es an sich ziehen, herum wirbelt, wenn es nahe genug vor ihnen vorbei kömmt, ohngeachtet es vorher nicht auf krummen, sondern geraden Wegen fortströmt, und bei weitem nicht so geschwind an diesen Klippen vorbei fähret, als die Materien der Sonnen sich bewegt haben müssen, indem sie vermöge ihrer anziehenden Kräfte gegen einander gefallen sind.

Ueber dieses haben wir bei unsern Betrachtungen der Elektricität gesehen, daß jedes Feuer höchst wahrscheinlich elektrischer Natur sey, wie

auch,

auch, daß gleichnamigelektrische Körper einander allezeit von sich stoßen, und zwar desto heftiger, je stärker sie elektrisch werden. Hieraus wird aber sogleich begreiflich, wie die Sonnen, als welche hauptsächlich aus Feuer bestehen, die unreinen und groben erdigen Materien, die sie anfänglich noch in zu großem Ueberflusse in ihrer Mischung enthielten, zuerst zwar nur als Asche und kleine Trümmer, über ihre Oberflächen in die Höhe geworfen, hernach aber, als diese kleinern und lockern Massen sich in größere Brocken zusammen gezogen und wieder zurücke gestürzt hatten, in Gestallt sehr großer dichter Körper tief in den Himmelsraum von sich geschleudert und Planeten daraus gebildet haben. Die ersten Auswürfe bestanden also wohl bloß aus denjenigen gröbern Materien, die den Sonnenmassen am wenigsten vest beigemischt waren, folglich sich am leichtesten davon trennen konnten, und mithin in jedem Weltsysteme die obersten Planeten bildeten. Diesen leichten und lockern Massen sind aber sodann auch nach und nach die gröbern gefolgt, und aus diesen sind wahrscheinlich die untern Planeten nach und nach entstanden, bis endlich die Sonnen sich von allen überflüßigen und ihnen unnützen Materien gereinigt hatten. Wie lange aber die Reinigung der Sonnen und

Bildung der Planeten bei dem einen oder andern Weltsysteme gedauert habe, daß läßt sich auch nicht einigermaßen errathen. So viel kann man jedoch ohne Bedenken annehmen, daß die Länge dieser Dauer weit über unsere Vorstellung hinaus reiche, und sogar bei vielen Systemen jezt noch nicht vollendet sey, welches leztere Euch leicht begreiflich werden wird, wenn Ihr dasjenige wieder erwägt, was ich Euch einst von den sogenannten Wundersternen gesagt habe. Doch können auch einige von ihnen schon wieder in ihrem Untergange, oder in einer neuen Umbildung begriffen seyn; denn die ganze Welt, und alles was dazu gehört, ist veränderlich.

Auf solche Weise wurde also wahrscheinlich auch der Erdball, den wir bewohnen, von unserer Sonne brockenweise ausgeworfen. Seine Masse lag anfänglich noch unmittelbar auf und in der Sonne und war folglich noch eben so bejahend elektrisch, wie sie selbst, und mußte also in der minder elektrischen Sonnenatmosphäre von ihr abspringen. Aber so lange sie noch auf ihr lag, so lange drehete sie sich auch mit ihr zugleich um, und erlangte dadurch eine sehr heftige Centrifugalkraft, vermöge welcher sie sich stets zur Seite bewegen mußte. Als daher der starke

elek=

elektrische Stoß auf sie wirkte, und sie gerade von der Sonne fortstieß: da verlohr sie diese Seitenbewegung dennoch nicht, sondern wirbelte nun von zwei konspirirenden Kräften, nämlich von dem elektrischen Stoße und jener Seitenbewegung zugleich getrieben, in einer Schneckenlinie, so lange durch den Himmel von der Sonne fort, bis ihre Centripetalkraft, oder ihre Schwere gegen die Sonne die Wirkung jenes elektrischen Stoßes gleichsam vernichtete, folglich sich nun mit gedachter Centrifugalkraft ins Gleichgewicht sezte. Mithin konnte sich diese ausgeworfene Masse jezt nicht weiter von der Sonne entfernen, sondern mußte sich bestreben, wieder zu ihr zurücke zu fallen, und fieng auch wirklich an, zu ihr zurücke zu kehren, kam ihr aber, wegen erwähnter Centrifugalkraft, welche durch nichts geschwächt oder gehemmet wurde, nie wieder merklich näher. Denn um wie viel diese Masse jeden Augenblick senkrecht gegen die Sonne zurücke fiel, um eben so viel entfernte sie sich auch zugleich durch die Seitenbewegung oder Centrifugalkraft wieder von ihr; und auf solche Weise wirbelt sie noch bis auf den heutigen Tag um die Sonne herum, ohne ihr jemals merklich näher zu kommen.

Also waren die einzelnen Brocken, aus welchen der Schöpfer die Erdkugel zusammen geballet hat, anfänglich von der Sonnenhitze noch weich und glühend. Sie bildeten daher schon damals, ehe sie noch ihren gegenwärtigen Abstand von der Sonne erreichten, einen ziemlich kugelrunden Körper, welcher darum sogleich anfing, sich um seine Axe zu drehen, und mithin die Gestallt einer Afterkugel anzunehmen, weil die einzelnen weichen Brocken desselben, *wie leicht* zu erachten, ebenfalls mit großer Gewalt zusammen fuhren, folglich, wie die Wasserströme an Felsenklippen, um einander herum wirbelten.

Ein einzelner solcher Brocken wurde ein wenig später, als die Erde, von der Sonne ausgeworfen. Diese zog ihn also nach sich, so, daß er nicht vor ihr vorbei fliegen konnte, sondern vermöge ihrer anziehenden Kraft sowohl, als vermöge seiner ersten geradlinigen Bewegung, nach welcher er sich bestrebte, an ihr vorbei zu fahren, in einen Wirbel gerathen mußte, in welchem er noch jezt als Mond um sie herum wirbelt.

Mit andern Planeten und ihren Monden hat es in Ansehung ihres Ursprunges wahrscheinlich eben dieselbe Bewandtniß: und auf solche

Weise

Weise hat Gott Sonnen- und Wandelsterne, das heißt, Himmel und Erde geschaffen.

Wir wollen aber nun in Betrachtung der weitern Ausbildung dieser geschaffenen Wesen bloß bei unserer Erde und etwa bei dem Monde stehen bleiben. Denn die übrigen Himmelskörper kennen wir bei weitem nicht genug, um von der Geschichte ihrer Ausbildung etwas zu lallen, und von den Kometen sage ich darum hier weiter nichts, weil sie höchstwahrscheinlich bloße Meteoren der Sonnenatmosphäre sind, folglich mit jenen fliegenden Drachen, die sich in unserer Erdatmosphäre öfters zeigen, große Aehnlichkeit haben, wie einst bei Betrachtung der Kometen schon hinlänglich gezeigt worden ist.

Und um eine gewisse Ordnung in der Schöpfungsgeschichte zu beobachten, pflegt man sie in verschiedene Zeiträume oder Perioden einzutheilen, davon jede in der Schrift ein Tag heißt. Man kann also setzen, daß in der ersten Periode die ganze Masse der Sonne und ihrer Planeten sich in einen Klumpen zusammen gezogen habe, so, daß hierauf in der zweiten die Planeten, in der dritten die ersten Meere auf Erden, in der vierten die ersten Gewächse, in der fünften die

erstem

ersten Wasserthiere, in der sechsten die ersten Thiere des Landes, wozu auch die ersten Menschen gehören, und in der siebenten die bereits gebildeten Länder und Meere noch öfters umgeformt und weiter ausgebildet worden sind. Wie lange eine jede dieser Perioden gedauert habe, das läßt sich, wie gesagt, freilich nicht errathen. Aber aus der sehr langen Dauer der ersten kann man jedoch vermuthen, daß auch die übrigen verhältnißmäßig sehr lange gedauert haben. Denn wofern der Schöpfer die anfänglich durch einen großen Theil des Himmelsraums zerstreueten Materien unserer Sonne und ihrer Planeten bloß denjenigen Gesetzen der anziehenden Kraft, nach welchen sie sich gegenwärtig noch richten, überlassen und ihnen damals keine besondern Kräfte ertheilt hat: so müssen sie, nach derjenigen Art und Weise zu reden, wie wir Menschen auf dieser Erde die Zeitendauer bestimmen, zum wenigsten sechzig Millionen von Jahren gebraucht haben, ehe sie an Ort und Stelle haben zusammen kommen können, um jenen großen Körper, der die Sonnenmasse nebst allen Planeten in sich enthielt, hervor zu bringen. Aber vielleicht hatte Gott ehemals mehr Kräfte, die wir jezt nicht mehr wahrnehmen, in die Natur gelegt, und mithin kann es auch wohl seyn, daß die Schöpfung

viel

viel geschwinder, als wir uns vorstellen, von Statten gegangen ist.

Als nun die Planeten in der zweiten Schöpfungsperiode von der Sonne ausgiengen, da zogen sie unterwegens auch diejenigen Luft- und Wasser-Elemente aus der Sonnenatmosphäre an sich, die ihnen nach Verhältniß ihrer anziehenden Kräfte und nach Maaßgabe ihrer verschiedenen Eigenschaften vom Schöpfer zugetheilt waren. Auf diese Weise zog also auch unsere Erde ihre nöthige Menge der Luft- und Wasser-Theilchen aus der damals noch sehr unreinen Sonnenatmosphäre an sich, und bildete vermöge ihrer sehr starken anziehenden Kraft sich selbst eine dichte und große Atmosphäre daraus, welche darum sehr viele mal dichter und größer werden mußte, als die Atmosphäre des Mondes, weil die Erde wegen ihrer weit größern Masse eine sehr viele mal stärkere Anziehung, als der Mond, besaß und noch besizt: ja vielleicht reichte damals die Erdatmosphäre, wegen der darin enthaltenen ungeheuern Menge wäßeriger Theile mit beträchtlicher Dichtigkeit noch bis über die Mondbahn hinnaus. Auch konnten sich in der ganzen zweiten Schöpfungsperiode und zu Anfange der dritten die gedachten beiden Elemente

noch nicht gehörig von einander scheiden, um reinere Luft und ordentliches Wasser darzustellen; denn damals war der ganze Erdball noch weich und glühend, und seine Rinde bestand allenthalben noch aus offenen Vulkanen, welche die ganze Atmosphäre mit ihrem Feuer stets in unbeschreiblicher Hitze erhielten. Mithin waren damals alle Meere der Erde weiter noch nichts, als heiße Wasserdämpfe, die hoch in der Atmosphäre schwebeten, und zu welchen sich auch die schwarzen brennbaren Dämpfe der brennenden Erdkugel selbst geselleten. Als aber hernach die Oberfläche der Erde sich allmählich abkühlte, da bildete sich eine harte Schlackenrinde, die schon aus vielerlei unter einander geworfener Schlacken bestand, und nur an den allermeisten Stellen das Feuer, das in der Tiefe seinen Sitz hatte, sofort zu ersticken anfieng. Also kühlte sich die heiße Masse des Erdballs in der Tiefe nach und nach auch ab, wobei sie zugleich zu einem großen Magnet ward, so, wie glühendes Eisen durch ähnliche Erstickung seiner Gluth öfters auch magnetisch wird: und nun konnten sich die Wasserdämpfe nach und nach aus der Atmosphäre präcipitiren, welches daher in der dritten Schöpfungsperiode geschah.

Dabei muß ich aber bemerken, daß gedachte Schlackenrinde der Erde keinesweges glatt und schlicht

schlicht werden konnte, sondern an sehr vielen Stellen in große Buckel sich erheben mußte. Denn obgleich die verhärtete Rinde der Erde das unterirdische Feuer zu ersticken anfieng, folglich den Wasserdämpfen gestattete, sich zusammen zu ziehen, und aus der Atmosphäre herab zu fallen: so war diese Rinde anfänglich gleichwohl noch immer viel zu schwach, um den ausdehnenden Kräften des nun zwar eingeschlossenen, aber bei weitem noch nicht gänzlich gedämpften unterirdischen Feuers hinlänglich zu widerstehen. Dieses durchbrach also diese Rinde in der dritten Schöpfungsperiode von Zeit zu Zeit an sehr vielen Stellen, und eröffnete sich neue sehr große weite Schlünde, durch welche die Flammen oft mit verstärkter Wuth wieder hervor brachen und mit ihren Lava- Schlacken- und Aschen-Auswürfen ungeheuere Erhöhungen um sich aufthürmten.

Auf solche Weise haben die Thäler und weiten Vertiefungen, die gegenwärtig das Meer erfüllet, so wie auch die höchsten Kettengebirge und alle großen Buckel der Erdkugel schon in der dritten Schöpfungsperiode ihr Daseyn erhalten. Diese hohen Buckel und Gebirge bestehen, wie alle berühmte Naturforscher versichern, aus Granit, einem schmelzbarem Gestein, das aus Quarz,

Feld-

Feldspath, Glimmer und kleinen Basaltbrocken oder Schörl zusammen gesezt ist. Auch ist leicht einzusehen, warum diese Gebirge nicht aus gleichförmigen oder sogenannten homogenen Massen bestehen können. Denn der ganze Erdball ist gleichsam ein großes chemisches Laboratorium, worin besonders während gedachter dritten Schöpfungsperiode alle irdische Materien durch Feuer und Wasser auf eine sehr vielfältige und sehr oft wiederholte Weise von einander geschieden und aufs neue zusammen gesezt worden sind. Wenn zum Beispiele die abgekühlte Erdrinde an der einen Stelle aus glasartigen Schlacken, an einer andern hingegen aus Asche bestand: so strömte das Wasser aus der Atmosphäre sofort auf diese abgekühlten Stellen herab, und verursachte durch die ihm beigemischten sauren und scharfen Materien eine Auflösung dieser erdigen und schlackenartigen Erdrinde, und aus dieser Auflösung bildeten sich sofort allerlei große Krystallen, welches aber freilich nicht so geschwind geschehn seyn mag, als wir uns etwa vorstellen. Hernach zersprengte das unterirdische Feuer diese mit Asche und Schlacken und Krystallen bedeckten Stellen der Erdrinde wieder, und zersplitterte sie, und warf die Splitter durcheinander, indem es hohe Gebirge davon aufthürmte. Viele dieser Gebirge

birge sind sogar vielleicht zum zweiten male zersplittert und an andern Stellen aufs neue zusammen gesezt worden; denn aus den Beobachtungen der Naturforscher gehet mit Gewißheit hervor, daß die Erdrinde seit Anbeginn verschiedene wichtige Umbildungen erlitten hat.

Mithin hat Gott unsern Erdball, oder vielmehr nur die dicke Rinde desselben, keinesweges mit Hilfe des Feuers allein gebildet, wie ehedem einige Naturforscher geglaubt, und auch nicht mit Hilfe des Wassers allein, wie andere dafür gehalten haben, sondern durch Feuer und Wasser zugleich. Feuer und Wasser waren damals gleichsam in einem beständigen Streite begriffen. Hier präcipitirte sich das Wasser stromweise aus der Atmosphäre und erfüllete die ausgebrannten Vertiefungen der Erdfläche, die es durch seine Schärfe angriff und auflösete, dort wurde es von den aufs neue ausbrechenden Feuermeeren wieder in dicke Dämpfe verwandelt, und mit Staub, Asche und Rauch vermischt, hoch empor gehoben, worauf es in andern Gegenden abermals herab fiel und Seen oder Meere bildete, wo es jene mit hieher gebrachten Staub- und Aschen-Theilchen, die hernach auch zu Stein verhärteten, allmählig zu Boden fallen ließ.

Auf solche Weise sind jene ältesten zusammengesezten Gebirgsmassen und Steinlagen, die den Namen der Gebirge der ersten Ordnung führen, theils auf dem trockenen Wege, oder durch Feuer, theils auf dem nassen, oder durch Wasser entstanden.

Nach und nach senkten sich die dichten Wasserdämpfe und Rauchwolken, die in der dritten Schöpfungsperiode den Erdball allenthalben mit schwarzer Finsterniß umhülleten, beinah gänzlich in ordentliche Seen und Meere zusammen, und zwar darum, weil nun das unterirdische Feuer jener unzähligen Vulkane bereits an den allermeisten Stellen ausgebrannt hatte. Die Atmosphäre fieng also nun an, sich aufzuheitern, und gestattete den Stralen der großen Himmelslichter, den Erdboden mit ihrem Glanze zu beseelen, und Abwechselungen der Tages- und Jahres-Zeiten zu machen, welche nebst allen dadurch emporkeimenden Gewächsen das Werk des gütigen Urhebers der Natur in der vierten Schöpfungsperiode ausmachten.

Nämlich die ältesten Gebirgsreihen und großen Buckel der Erde waren zu Anfange der vierten Schöpfungsperiode wohl noch zwei bis drei mal höher als jezt, und prangten an ihren

Abhängen mit keinen Gewächsen, sondern waren so, wie die Thäler und andere Vertiefungen, öde und kahl. Denn was hätte wohl auf solchen Schlacken- und Felsen-Massen, die noch dazu anfänglich von dem unterirdischen Feuer gleichsam glüheten, wachsen können? Aber nun wurde diese harte Rinde nach und nach von Luft und Wetter und von den scharfen und häufigen Dünsten aufgelöset: ich sage, sie fieng nun an, zu verwittern, und verwandelte sich an ihrer Oberfläche in lockere Dammerde, die nach und nach durch Regengüsse und Wind von den hohen Gipfeln der Gebirge in die Thäler herab geführet ward, so, daß dadurch die Berge sich allmählig erniedrigten, die Thäler hingegen erhöheten, wie dieses auch noch jezt, obgleich nicht mehr in eben dem Maaße, geschiehet, indem es weltkundig ist, daß auch die härtesten Schlacken nach und nach in lockeres Erdreich zerfallen, wenn sie dem Winde und Wetter lange genug ausgesezt bleiben.

Auf solche Weise bedeckte also der Schöpfer die harte unfruchtbare Erdrinde in den Thälern und Niederungen mit lockerer fruchtbarer Erde, worin die ursprünglichen Saamen der Gewächse Wurzel fassen, und sich entwickeln konnten.

Diesen ursprünglichen Saamen, als den Urstoff aller Gewächse und aller übrigen organischen Wesen, hatte aber Gott schon längst geschaffen, und, wie gesagt, schon zu Anfange der ersten Schöpfungsperiode dem Chaos einverleibet, aus welchem sie sodann in die Mischung des Luft- und Wasser-Elementes übertraten, und in der Sonnenatmosphäre so lange verweileten, bis jeder Planet, und folglich auch unser Erdball, seinen Antheil von Luft und Wasser, und mithin auch seinen Antheil dieses Ursaamens lebendiger und beseelter Wesen von der Sonnenatmosphäre mit sich nahm.

Als nun dieser Ursame der Gewächse in der vierten Schöpfungsperiode sich in Thau und Regen aus der Erdatmosphäre auf den bereits dazu hinlänglich abgekühlten Erdboden mit herabsenkte, da fand er gedachte lockere und ganz frische Muttererde allenthalben gleichsam als einen mannbaren jungfräulichen Schooß vom Schöpfer zubereitet, folglich konnte er dieselbe sofort befruchten, um den Erdboden mit Gräsern und Kräutern und allerlei Bäumen zu schmücken, die dann wieder Früchte trugen und sich vermehreten.

Ihr

Ihr dürft Euch aber gedachte Ursamen der Gewächse nicht als ordentliche Körner vorstellen, oder etwa so wie diejenigen Früchte und Körner, die jezt im gemeinen Leben gewöhnlich Saamen heißen. Denn dergleichen Saamenkörner hätten selbst erst auf ordentlichen Gewächsen gewachsen seyn müssen, und gleichwohl hatten vorher noch nie welche existirt. Aber die sogenannten Saamenkörner sind jedoch auch selbst keine wahren Saamen, sondern Eier, die schon die ganzen Anlagen der vollkommenen Gewächse sichtbarlich enthalten, und nur in dem Schooße der Erde gehörig ausgebrütet werden dürfen, um sich weiter zu entwickeln, und abermals Früchte zu tragen. Der eigentliche Saame der Gewächse ist vielmehr ein höchstwirksames geistiges Wesen, das heut zu Tage in den männlichen Geschlechtstheilen der Blüthen seinen Sitz hat, und unsern Augen nie sichtbar wird, sondern die Befruchtung der weiblichen Geschlechtstheile auf eine geheimnißvolle Weise bewirkt. So war auch jener Ursame, der aus der Atmosphäre herab sank, ohnstreitig von geistiger und höchst wirksamer Natur, so, daß die mütterliche Erde davon befruchtet werden konnte, welches aber freilich auch auf eine uns unbegreifliche Weise geschah.

Vielleicht haben mancherlei solche Ursaamen noch bis jezt kein für sie schickliches Erdreich zur Befruchtung finden könuen, und schwimmen folglich noch in der Luft und im Wasser unerkannt herum. Denn das ganze Schöpfungswerk ist wahrscheinlich auch auf Erden noch nicht gänzlich vollbracht. Wenigstens wird hieraus begreiflich, warum in vielen besondern Mischungen der Materien auch besondere Gewächse zum Vorscheine kommen, ohngeachtet gar kein Saame dahin gestreuet wird. Beispiele hievon findet man in dem Schimmel des Brodes, des Mehlkleisters, der Käse, desgleichen in dem Kahne des Essigs, des verdorbenen Bieres, und so ferner. Denn Schimmel und Kahn bestehen aus lauter kleinen Mooßpflänzchen, die man durch Vergrößerungsgläser unterscheiden kann. Gegenwärtig werden jedoch zwar nur noch sehr wenige Gewächse auf solche Art erzeugt: allein dieses kömmt, wie leicht zu erachten, bloß daher, weil die in der Atmosphäre befindliche Menge des Ursaamens der meisten Arten derselben schon in der gedachten vierten Schöpfungsperiode allenthalben schickliches Erdreich fand, welches er befruchten konnte, folglich vom Schöpfer schon damals gänzlich verbraucht ward, um den Erdboden allenthalben mit Mooßen, Gräsern, Kräutern

und

und Bäumen zu schmücken, die nun ihre Gattungen selbst auf die jezt gewöhnliche Weise fortpflanzen müssen, und zwar darum, weil ihr Ursaame gegenwärtig weder auf der Erde, noch in der Luft mehr zu finden ist.

Nach dem natürlichen Laufe der Dinge kann jedoch diese Wirkung des Ursaamens einer so erstaunlich großen Menge von Gewächsarten, womit jezt unser Erdball auf seinen verschiedenen Zonen prangt, ebenfalls nicht sehr geschwind von Statten gegangen seyn. Denn zuerst haben sich wahrscheinlich die Mooße entwickelt, weil diese zum Theil schon an ziemlich magern Felsen wachsen und wenig Erde zu ihrem Fortkommen bedürfen. Diese vermehrten sich dann auf die jezt gewöhnliche Weise, und verfaulten, wodurch sofort immer mehr und mehr gute Düngererde entstand, in welcher sich dann auch die Gräser und Kräuter entwickeln konnten. Diese ließen ebenfalls allemal gute Erde zurück, so oft sie sich aufs neue generirt hatten, und in Fäulniß übergiengen. Auf diese Weise wurde der guten Erde endlich so viel, daß auch die Ursaamen der Sträucher und Bäume darin sich vestsetzen und sie befruchten konnten. Aber während aller diesen Veränderungen hat nach dem gewöhnlichen Laufe der

Natur, wie gesagt, allerdings auch eine lange Reihe von Jahren verstreichen müssen.

In der fünften Schöpfungsperiode hat Gott Wasserthiere und Vögel geschaffen. Die Erde hatte nämlich aus dem Raume des Himmels auch den Ursaamen der beseelten Geschöpfe an sich gezogen und in ihrer Atmosphäre mit hieher genommen. Aber dieser Ursaame der Thiere konnte nur nicht so leicht, wie der ursprüngliche Saame der Gewächse zu seiner Wirksamkeit gelangen. Denn die meisten Thiere erfodern auch noch jezt weit mehr Bequemlichkeit und Kultur, als die Gewächse, wenn sie gedeihen sollen. Sie würden also größtentheils haben verhungern und umkommen müssen, wenn sie vor den Gewächsen geschaffen worden wären, besonders da sie meistentheils von Gewächsen leben. Vor allen Thieren sind aber wohl die Schaalthiere und Fische den wenigsten Bedürfnissen unterworfen, indem sie sich oft lange von dem bloßen Schleime des Wassers erhalten, ohne anderes Futter zu sich zu nehmen. Darum hat sie auch der weise Schöpfer vor andern Thieren zuerst gebildet, und ihnen ihren Aufenthalt im Wasser angewiesen. Das trockene Land hingegen ward erst später fähig, Thiere zu erhalten und zu ernähren, weil

es

es auch in dieser fünften Schöpfungsperiode noch gar zu oft großen Ueberschwemmungen ausgesezt war. Daher konnte auch der Ursaame der Amphibien, Insekten und Vögel nicht sobald, als der Ursaame der Bewohner des Meeres zur Thätigkeit gelangen: und folglich machten diese das erste, jene hingegen das lezte Tagewerk der fünften Schöpfungsperiode aus.

Wie kömmt es aber, fragte Karl, daß heut zu Tage keine Thiere mehr ohne Vater und Mutter entstehen? So viel ich bisher gesehen, gehört und gelesen habe: so werden zur Erzeugung eines jungen Thieres allemal ein paar alte, ein Männchen und ein Weibchen, erfodert. Ja sogar die Würmer faulender Körper sollen aus Eiern gebohren werden, die von Insekten hinein gelegt, und vorher durch die Begattung befruchtet worden sind?

Gott hat, erwiderte Philalethes, anfänglich nur eine bestimmte Menge des Ursaamens jeder Gattung der organischen und beseelten Wesen geschaffen, und selbige sofort unter alle Wandelsterne nach Maaßgabe ihrer Eigenschaften und Größe verhältnißmäßig vertheilt, indem jeder seinen Theil in dem unermeßlichen Himmelsraume aus der Sonnenatmosphäre an sich gezogen hat, als

er von der Sonne ausgegangen ist. Also hat auch unsere Erde, fuhr er fort, nur einen gewissen Theil solcher Ursaamen erhalten, der nun aber größtentheils långst verbraucht ist, folglich sich nicht mehr wirksam zeigen kann. Denn er fand schon in den leztern Schöpfungsperioden schickliche Materien genug, in welche er seine Kraft verwenden konnte, um allerlei lebendige Wesen daraus zu erwecken, die sich nun durch ihren eigenen Saamen, worin die Kraft jenes Ursaamens jezt noch liegt, fortpflanzen können. Von allen Arten der Thiere läßt sich aber dennoch nicht aus völlig sichern Gründen behaupten, daß gegenwärtig zu ihrer Erzeugung nothwendig allemal ein paar Alte erfoderlich wären. Denn man hat Beispiele, daß auch sogar in den innersten Theilen des Gehirns und in den feinsten Blutgefäßen lebendiger Thiere andere belebte Wesen entstehen. Wer nun die Struktur der thierischen Körper kennt, wird leicht begreifen, daß manche Insekten ihre Eier zwar unter die Haut, aber nicht in die viel tiefer liegenden Eingeweide, in das Gehirn oder in die Leber der größern Thiere, legen können, um sie daselbst ausbrüten zu lassen. Man sagt zwar, die Eier jener kleinern Insekten werden von den größern Thieren im Futter mit genossen, und in dem

dar-

daraus bereitetem Nahrungssafte zugleich mit in die feinsten Blutgefäße der innersten Eingeweide geführt, wo sie zu ihrem Wachsthume die schicklichsten Stellen finden. Allein das Vieh verdauet und zerstöret ja das härteste Futter: sollte es denn diese zarten Eierchen nicht auch auflösen und zerstören? Das ist nicht glaublich. Vielmehr ist es wahrscheinlich, daß auch noch jezt geistiger Ursaame einiger Gattungen belebter Wesen in der Luft und im Wasser existire, welcher die für ihn schicklichen Materien noch nicht in hinlänglicher Menge gefunden hat, um sich völlig zu entkräften; denn die Schöpfung scheint noch nicht gänzlich vollendet zu seyn.

Der erste Stoff der meisten Säugthiere erfoderte zu seiner Entwickelung noch mehr ursprüngliche Zeugungskraft und noch mehr Bequemlichkeit, als der Urstoff der Amphibien und Vögel; denn die Erde mußte schon ihre ganze Fülle der Gewächse haben, ehe Elephanten, Kameele, Pferde, Rinder, und so ferner, aus ihrem Urstoffe gebildet, und ehe ihre Knochenberge beseelt und ernährt werden konnten, weil sie außerdem ohnstreitig hätten verhungern müssen. Hieraus erhellet aber, warum die vollkommenern Thiere das Werk der sechsten Schöpfungsperiode

gewe-

gewesen sind, und warum das edelste derselben, der Mensch, den Beschluß dieser Periode gemacht hat.

Hat nun der Ewige die Natur bei der Schöpfung nach eben den Gesetzen geleitet, nach welchen er heute noch die Welt regiert: so muß man schließen, daß die Erde den Urstoff und Ursaamen zu vielen ersten Menschenpaaren aus dem Himmel mit hieher gebracht habe, um *in allen vier* oder fünf sogenannten Welttheilen eine gewisse Anzahl erster Menschen zu bilden. Denn auf diese Weise läßt sich der Ursprung der schwarzen und weißen und überhaupt aller verschiedenen Menschenarten am besten erklären. Ja man kann, um bloß vernünftig hievon zu reden, sogar auf den Gedanken gerathen, daß die Schöpfung vieler ersten Menschenpaare der unbegrenzten göttlichen Weisheit und Güte sehr wohl angemessen gewesen sey, da sie bekanntlich alle organische nud beseelte Wesen selbst heute noch eher mit großem Ueberfluß als mit Mangel an Saamen ausrüstet, auf daß alles, was lebt und webt, sich desto leichter vermehre, und daß keine Gattung der organischen Geschöpfe, so lange die Erde bleibt, ausgehe, ohngeachtet viele ihrer Saamen oft keine schickliche Gelegenheit finden,

sich wirksam zu zeigen, sondern fast meistentheils verderben müssen. Allein, die Schrift redet ausdrücklich nur von einem einzigen ersten Menschenpaare, und in den deutschen Staaten, wo wir leben, befiehlt uns das Gesetz, unsere Vernunft unter dem Gehorsam des Glaubens gefangen zu nehmen. Dieß müssen wir demnach thun, und mit Mose glauben, daß jener himmlische Urstoff des Menschen nur zu einem einzigen hinlänglich gewesen sey, oder daß Gott jenen ersten Menschen aus einem Erdenkloße und sein Weib aus einer von dessen Ribben gemacht habe. Nur hat man eben nicht nöthig, sich vorzustellen, als ob ihn der Schöpfer, etwa wie ein Bildhauer, mit wirklichen Händen geformt, und einen lebendigen Athem, im eigentlichen Sinne genommen, in seine Nase geblasen habe; denn dieses hieße gar zu menschlich, gar zu niedrig von Gott gedacht, und jene Worte der Schrift wollen auch nichts weiter sagen, als daß der Schöpfer den Menschen durch seinen allmächtigen Willen aus Erde habe wachsen lassen.

Hiezu war aber, wie leicht zu erachten, eine überaus anmuthige Gegend nöthig, nämlich ein Paradieß, wo Honig und Milch gleichsam floß, und welche den jungen ersten Menschen mit einer ihm

ihm zuträglichen Nahrung reichlich versorgte, ehe er sich von seiner Mutter, der Erde, ordentlich trennen konnte, um nun seine Nahrung nach Willkühr selbst aufzusuchen, und seine Gattung weiter fortzupflanzen; denn damals war die ganze Natur noch jung, folglich bei voller Kraft, und konnte mithin den allerersten jungen unbehilflichen Menschen so gut, wie die ersten jungen Rinder und Schaafe, mit besondern edeln Säften auf eben die Art ernähren, wie sie noch jezt in Mutterleibe ernähret werden.

Aber ehe Gott jene ersten Menschen schuf, da litte der Erdboden außer den bereits angeführten großen Veränderungen, die der allgemeine große Kampf der beiden Elemente des Wassers und Feuers in der dritten Schöpfungsperiode bewirkte, noch eine Menge ähnlicher wiewohl nicht so allgemeiner Revolutionen, welche sich besonders in der vierten und fünften Schöpfungsperiode noch sehr häufig, in der sechsten hingegen schon seltener ereigneten, und wodurch alle Menschen umgekommen wären, wenn sie schon damals existirt hätten. Die häufigen Wolkenbrüche und scharfen Dämpfe, die sich damals täglich über die Gebirge ergossen, mußten die steilen Gipfel und harten Rinden

der-

derselben theils auflösen, theils zertrümmern, und in Form eines feinen Sandes oder Staubes in die mit Wasser erfüllten Thäler und Niederungen herab schlämmen. Denn auch einzelne Wassertropfen sind vermögend, harte Steine auszuhölen, wenn sie oft genug auf sie fallen, ja starke Wolkenbrüche sind sogar im Stande große Felsenstücken von hohen Bergen loszureissen, und viele Meilen weit mit sich in die Ebenen hinnab zu wälzen. Nachdem sich nun auf solche Weise gedachter Schlamm und Sand neben den höchsten Gebirgen und hohen Buckeln der Erde zuweilen zu Boden geszt, und ordentliche Letten- oder Thonlagen gebildet hatte: da entzündeten sich die darunter in der Tiefe befindlichen vulkanischen Materien oft aufs neue, und warfen den mit Schlamm bedeckten Meeresgrund nebst allen darin befindlichen Schaalthieren und Fischen neben jenen höchsten und bereits weit ältern Gebirgen empor, das heißt: es entstanden nun in den flachen Thälern neue Gebirge, und neben diesen Thälern in dem Meere neue hohe Inseln, die sich nach und nach auch zu Stein verhärteten, und gegenwärtig den Namen der Gebirge der zweiten Ordnung oder der Schiefergebirge führen, weil Hitze, Wasser und Zeit dieselben großen Theils zu einem blätterigem

Ge-

Gestein verhärtet haben, worin man jezt noch zuweilen versteinerte Schaalthiere und Fischgerippe findet.

Also gehören diese Gebirge ebenfalls zu den alten Gebirgen der Erdkugel, indem diejenigen von ihnen, welche keine versteinerte organische Körper enthalten, schon in der vierten Schöpfungsperiode, die übrigen hingegen, worinne man versteinerte Thiere und Gewächse wirklich findet, erst in den folgenden Perioden, und mithin weit später als die höchsten Granitgebirge aufgethürmt worden sind.

Auch ist leicht zu erachten, warum sich die Gebirge der zweiten Ordnung meistentheils an jenen höchsten Gebirgsketten der ersten Ordnung reihenweise hinziehen, und sich gleichsam an sie anlehnen. Denn die Materien, aus welchen jene bestehen, sind von diesen, wie gesagt, erst in die Thäler und Niederungen herabgeschlämmet, und sodann durch das unterirdische Feuer zuweilen wieder empor geworfen worden. Gegenwärtig sind aber die Gebirge der zweiten Ordnung die Schatzkammern vieler Staaten, weil sie während ihrer Bildung und Verhärtung mannichfaltige Ritzen erhalten haben, die man Klüfte nennet, und weil in diesen Klüften die Aerze und

Metalle

Metalle wachsen, die nun durch den sogenannten Bergbau gewonnen werden.

Daß aber die gebirgige Erdfläche auch in den lezten Schöpfungsperioden von dem unterirdischen Feuer wirklich noch an vielen Stellen zerschrokt und zerspalten sey, wie auch, daß das unterirdische Feuer damals noch in vielen Gegenden seine mit Asche und Schlacken vermengten Flammen ausgespiehen habe, das lehren die überaus zahlreichen Spuhren ausgebrannter Vulkane, die man jezt noch fast allenthalben in großer Menge findet, indem nicht nur die meisten Inseln, sondern auch ganz Italien, Oberdeutschland, und überhaupt ganz Europa sowohl, als die übrigen Theile des vesten Landes, damit wie besäet zu seyn scheinen.

Doch diese alten Vulkane sind längst verloschen, und ihre Lavaströme, ihre ausgeworfenen Schlacken und andere dergleichen Materien sind bereits längst, wenigstens an ihrer äußern Rinde herum, in fruchtbares Erdreich zerfallen. Dagegen sind aber auch in der siebenten Schöpfungsperiode, ja sogar noch zu den Zeiten unserer Väter und Großväter zuweilen andere

ausgebrochen, die ebenfalls neue Berge und neue Inseln um sich her aufgeworfen haben. So ist zum Beispiele die Ascensionsinsel im äthiopischen Meere offenbar erst in einem spätern Weltalter entstanden. Denn sie bestehet allenthalben aus lauter Lava- und Schlacken-Hügeln, die bis jezt noch gar nicht merklich verwittert sind, und worauf heute noch keine Gewächse gedeihen. Und im Jahre 1713 hörte man auf dem adriatischen Meere ohnweit Venedig ein schreckliches Brüllen, gleich einem gewaltigen Donner; dabei sah man dicken Rauch aus dem Meere empor steigen, womit sich ungeheuere Felsenmassen in die Luft erhoben, die dann in Gestallt eines furchtbaren Steinhagels zertrümmert wieder zurücke stürzten, und in Monathsfrist eine ganz neue Insel bildeten, welche nach zwei Jahren schon von Menschen bewohnt und kultivirt ward, weil zugleich viel Schlamm und anderer Dünger aus dem Grunde des Meeres mit empor gehoben worden war. Nicht lange hernach ist in ihrer Nachbarschaft noch eine solche neue Insel auf eben die Weise entstanden, und wird ebenfalls nun schon längst von Menschen bewohnt.

Hieraus erhellet also zur Genüge, daß der Erdball nicht nur in der dritten, vierten, fünften und sechsten Schöpfungsperiode, sondern auch noch in der Folgezeit sehr viele und oft überaus große Veränderungen an seiner Oberfläche erlitten habe. Hier warfen die Vulkane eine Menge neuer Inseln aus dem Meere empor, und drängten den Ozean aus seinen alten Ufern über die Ebenen und Niederungen des vesten Landes hin. Dort stürzten große unterirdische Gewölber, die von der Ausdehnung des Feuers ausgehölet worden waren, wieder zusammen, und ließen Berge und Länder, die auf ihnen ruheten, in den Abgrund versinken, worauf das Meer aufs neue sich über sie ergoß. Hier wurden die noch übrigen vulkanischen Materien abermals in Flammen gesezt, um die versunkenen Berge und Ebenen zum zweiten male empor zu heben. Dort versanken andere Berge zum zweiten male, und so weiter.

Da nun so viele Berge und Inseln und Länder nach und nach von den spätern Vulkanen empor gehoben wurden, andere hingegen wieder in die Tiefe versanken: so wurde das Meer nach und nach immer aus einer Gegend in die andere

 fort-

fortgedrängt. Nur die ganz hohen Granitgebirge, oder die Gebirge der ersten Ordnung, desgleichen auch vielleicht viele von den höchsten der zweiten Ordnung, sind nie zusammen gefallen. Denn diese haben nie auf hohlen vulkanischen Gewölbern gestanden, sondern sind schon in der dritten und vierten Schöpfungsperiode an den vesten Rändern jener großen Vulkane, deren Krater viele hundert Meilen im Umfange hatten, aufgethürmt worden. An diesen Gebirgen der ersten und zweiten Ordnung staueten sich also die Meereswogen: die Fluthen führten ihren Schlamm mit allerlei Schaalthieren haufenweise dahin, und ließen ihn daselbst sitzen. Dieser hoch angehäufte Schlamm verhärtete sich in der Folge, als das Wasser abfloß, zu kalchartigem Gestein, und erscheint nun in vielen Gegenden des vesten Landes in Gestallt ziemlich großer Hügel oder kleiner Berge, die den Namen der Kalchberge, oder auch der Berge der dritten Ordnung führen, aber in Vergleichung mit jenen hohen Granit- und Schiefer-Gebirgen freilich sehr niedrig, und fast allenthalben mit versteinerten Muscheln, Schnecken, Fischen, und andern Seegeschöpfen, wie auch mit Versteinerungen aus dem Gewächsreiche, reichlich angefüllet sind.

Bei

Bei den folgenden neuen Ueberschwämmungen der Plänen und Niederungen waren diese Berge der dritten Ordnung, die gewöhnlich an den Hauptgebirgen zerstreuet herum liegen, schon zu hart und zu vest, als daß die an ihnen hinströmenden Fluthen sie hätten mit fortreißen können. Daher suchten sich zwar die in der Nahe befindlichen Thiere des Landes, die nun auch schon geschaffen waren, auf ihnen vor diesen Fluthen zu retten, wurden aber von denselben schon verschlungen, ehe sie gedachte Anhöhen erreichen konnten. Sie wurden also von dem Strome dieser oft eintretenden Fluthen an die Rücken gedachter Anhöhen getrieben, und ebenfalls mit Schlamme bedeckt. Gegenwärtig, da das Wasser längst wieder in andere Gegenden abgelaufen ist, gräbt man ihre versteinerten Gebeine aus diesen Schlammhügeln, die sich in sogenannte Thon- und Mergel- und Sand-Flötze verhärtet haben, und zu den niedrigsten Hügeln der Erde gehören, wieder heraus. Diese niedrigen Thon- und Mergel-Hügel ziehen sich daher auch fast allenthalben der Länge nach an höhern Bergen und zwischen ihnen in den Thälern hin; denn die Fluthen mußten im spätern Weltalter immer nur in den Thälern fortströmen,

und folglich die Materien, die sie von höhern Gegenden abgespühlt hatten, samt allen ersäuften Thieren, daselbst wieder absetzen. Auch wurden damals ganze Wälder mit Schlamme bedeckt, und vielleicht erst nach vielen Jahrhunderten in Steinkohlen verwandelt, welche nun ebenfalls wieder ausgegraben werden.

Daß aber die jezt bewohnte Oberfläche der Erde wirklich in vielen Gegenden *bald mit Gewächsen geschmückt*, bald mit Wasser bedeckt gewesen sey, das erhellet aus den vielen Land- und See-Produkten, die man in verschiedenen Tiefen ordentlich schichtweise über einander liegend antrifft, wenn man auf niedrigen Plänen gerade hinnab gräbt. Sogar die Sandgrube hier bei Leipzig giebt uns hievon einen deutlichen Beweis. Denn da kann man die verschiedenen Sand- und Kieselstein- und Holzkohlen-Schichten augenscheinlich von einander unterscheiden, und sehen, wie sie von verschiedenen Fluthen auf einander gelegt worden sind. Aber einen noch weit bündigern Beweis des gedachten Satzes finden die Brunnengräber im Herzogthume Modena, welches aus einer ziemlich großen und rings herum mit Bergen umgebenen Ebene bestehet, mithin

ehe-

ehemals wahrscheinlich der Krater eines Vulkans gewesen ist. Sie müssen daselbst allenthalben auf drei und sechzig Fuß tief graben, und eine Menge verschiedener Erdschichten durchwühlen, ehe sie Wasser finden. Die oberste dieser Schichten ist vierzehen Fuß tief und an vielen Stellen mit Ruinen alter Gebäude angefüllet. Auf diese folgt eine veste Thonlage, worauf die Einwohner gegenwärtig ihre Gebäude gründen. Gleich unter dieser liegt ein schwarzer Morast mit Schilf und andern Gewächsen vermengt. In diesem Moraste, und zwar in einer Tiefe von vier und zwanzig Fuß, hat man sogar versteinerte Kornähren gefunden. Dann folgt eine Schicht von Kalcherde mit versteinerten Muscheln, die zehen Fuß tief ist. Unter dieser liegt abermals ein Morast, zwei Fuß tief, der eben so, wie jener, eine Menge von Schilf und Blättern enthält. Nun erscheint aufs neue eine Kalch- oder Kreiden-Schicht, worin sich versteinerte Muscheln befinden: diese ist eilf Schuhe tief. Darunter liegt wieder ein morastiger Boden, zwei Schuhe tief, und sodann folgt eine dritte kalchartige Erdlage, die aber nicht so tief ist, als die beiden erstern. Hierauf zeigt sich auch die vierte morastige Schicht, und endlich macht ein kieslicher

mit Letten und Muscheln vermengter Boden den Beschluß, weil man weiter nicht noch tiefer graben kann; denn in diesen machen die Brunnengräber nur ein Loch mit einem Erdbohrer, wodurch sogleich Wasser hervor springt, welches den ganzen Brunnen erfüllt, und mithin die Arbeiter verjagt.

Solche verschiedene Erdlagen findet man auch in den Niederungen der Schweiz, unseres deutschen Vaterlandes, und vieler anderer Länder. Ja bei Brügge in Flandern hat man in einer Tiefe von funfzig Lachtern sogar einen ganzen versteinerten Wald gefunden, der sich ohnfehlbar deswegen nicht in Steinkohlen, sondern in Stein verwandelt hat, weil er anfänglich zu lange mit Wasser umgeben gewesen ist. Denn im Wasser wird Holz bloß zu Stein, in der Erde hingegen, die viel Erdpech und Schwefel enthält, wird es in Steinkohlen verwandelt.

Ob sich nun gleich die meisten Ueberschwämmungen der platten Länder und niedrigen Hügel in der fünften und sechsten Schöpfungsperiode, ehe noch der Ewige die Stammältern der gegenwärtigen Menschenarten schuf, ereignet haben: so

so können doch dergleichen große Begebenheiten, wie gesagt, auch in spätern Jahrtausenden nicht gänzlich unbekannt geblieben seyn, weil ihre Ursachen, die Vulkane, jezt noch nicht gänzlich gedämpfet sind, folglich das Meer heute noch zuweilen ein wenig verrücken. Aber dergleichen Verwüstungen trafen gleichwohl die bereits von Menschen bewohnte Erdfläche nie im Allgemeinen, oder auf einmal, sondern bloß an einzelnen Stellen, und periodisch. Mithin kann jene große Ueberschwämmung, deren Andenken sich bei allen alten Völkern durch mündliche Ueberlieferungen erhalten hat, und uns aus der Schrift unter dem Namen der Sündfluth bekannt ist, wohl nicht bloß von Vulkanen bewirkt worden seyn. Denn davon hätte sich das Meer nicht über alle damals bekannte Länder ergießen und fast alle darauf befindliche Geschöpfe zerstören können, besonders da schon damals die Vulkane nicht mehr so allgemein wütheten. Dieser große Durchbruch des Meeres muß demnach eine mehr allgemeine Ursache gehabt haben, die zweifelsohne weiter nichts, als der durch die Rotation der Erde verstärkte Schwung des Meeres selbst gewesen seyn mag.

Da sich nämlich die Erdkugel um ihre Axe drehet: so muß der Ozean zwischen den Wendekreisen sich nothwendig nach und nach merklich erheben, in den temperirten und kalten Erdgürteln hingegen sich senken. Denn obgleich das Wasser, welches von den Polen in der Tiefe gegen den Aequator strömt, größtentheils wieder zurücke fließt, wie in der lezten Vorlesung gezeigt worden ist: so läßt sich doch aus guten Gründen beweisen, daß der Schwung des Meeres im heißen Erdgürtel und nahe dabei durch den steten Zufluß des Wassers von den Polen her jezt noch alle Jahrtausende merklich verstärkt werde, und folglich nicht so viel wieder zurücke laufen lasse, als aus den temperirten und kalten Erdzonen dahin fließt, woraus zugleich erhellet, warum Laplands nördliche Ufer, nach den Beobachtungen der Naturforscher, in der That alle Jahrtausende um ohngefähr dreißig Schuh senkrechter Höhe aus dem Meere gleichsam empor steigen, indem sich dafür die Länder und Inseln zwischen den Wendekreisen allmählig unter den Ozean gleichsam verkriechen, welches keineswegs geschehen könnte, wenn das Meer in den erstern Gegenden sich nicht nach und nach von den Ufern zurück zöge, in den leztern hingegen

an ihnen empor stiege. Freilich gehen diese Veränderungen sehr langsam von Statten: aber diese Langsamkeit kann dennoch das Meer nicht hindern, die kalten Erdzonen endlich ganz zu verlassen, und im Gegentheile alles niedrige Land zwischen den Wendekreisen zu Meeresgrunde zu machen, so, wie daselbst schon wirklich manche niedrige Inseln und Länder unter Wasser gesezt worden sind.

Nun war Nordamerika zu Anfange der siebenten Schöpfungsperiode nicht nur vermittelst jenes großen Reiches, welches bei den Alten dem Atlas gewidmet war, und wovon jezt noch das atlantische Meer den Namen führet, mit Europa verbunden, sondern es hieng auch mit Asiens östlichen Küsten dergestallt zusammen, daß dem nordischen Meere alle Gemeinschaft mit dem südlichen abgeschnitten war. Vermöge der Centrifugalkraft oder des gedachten Schwunges mußte demnach das Wasser des nordischen Meeres an seinen gebirgigen südlichen Ufern allmählig in die Höhe steigen und mit großer Gewalt gegen die nördlichen Abhänge derselben drücken, indem sich das Wasser im südlichen Ozeane von der Südseite dieser hohen gebirgigen Ufer immer

weiter gegen den Aequator hin zurücke zog. Als nun einst heftige Sturmwinde entstanden, die diese hohen Fluthen des großen nordischen Meeres weit über seine südlichen Küsten hinwälzte, und mithin zu neuen Ausbrüchen des unterirdischen Feuers, welches beträchtliche Berge umwarf, Anlaß gab: da durchbrachen jene hohen Fluthen ihre hohen südlichen Ufer gänzlich, indem sie die vom unterirdischen Feuer zerrütteten Berge mit sich fortrissen, und ihr *altes Bette* verließen, dafür aber viele andere Länder in Meer verwandelten, um auf solche Weise die Gemeinschaft mit jenem südlichen Meere auf dem ganzen Erdenrunde herzustellen.

Also geschah es, daß damals das Meer zwischen den Wendekreisen und nah dabei, schnell mit einer ungeheuern Menge Wasser überladen ward, und plötzlich bis an die Wolken anschwoll. Sein Gleichgewicht gerieth dadurch in ein Schwanken, dem nichts an Furchtbarkeit und Majestät gleich kam. Die überflüßigen Fluthen stürzten sich daher durch Arabiens und Indiens niedrige Länder, so, wie durch die niedrigen Gegenden des chinesischen Reichs und anderer asiatischen Reiche wieder nach Norden zurück.

Da-

Dadurch mußten alle Thiere und Menschen, die in diesen Gegenden wohnten, und nicht wie Noah jenen nahen Durchbruch zum Voraus kannten, folglich sich nicht auf Schiffe oder hohe Berge mit Lebensmitteln retteten, allerdings ersaufen oder auf den Bergen verhungern. Elephanten, Nasenhörner, Büffel, und andere große Thiere, deren Gattung damals ganz und gar ausgegangen zu seyn scheint, flohen auch wohl heerweise vor diesen Fluthen, die das Land nun aus Mittag her verderbten, nach nördlichern Gegenden, und kamen bis nach Sibirien, ein Land, worin sie durch Kälte und Mangel an schicklicher Nahrung ohnehin hätten umkommen müssen, wenn sie auch nicht von den Fluthen ersäuft und hier unter ihrem Schlamm begraben worden wären. Gegenwärtig werden ihre Geribbe an den Ufern der meisten Flüsse des nördlichen Asiens wieder ausgegraben, und zwar hauptsächlich ihrer schönen elfenbeinernen Zähne wegen, die sich da so häufig finden lassen, daß man sogar einen beträchtlichen Handel damit zu treiben pflegt.

Als aber hierauf das zwischen den Wendekreisen angeschwollene Meer auf der Erdfläche

durch

durch das Abströmen gegen Norden und wahrscheinlich auch nach Süden hin sich wieder ins Gleichgewicht gesezt hatte: da kamen zwar viele überschwämmte Niederungen der asiatischen und europäischen Reiche wieder zum Vorscheine, aber viele blieben auch mit Wasser angefüllet, indem sich nun Seen und Meerbusen und Meerengen daraus bildeten.

Da das Meer vorzüglich zwischen den Wendekreisen, und eine beträchtliche Strecke weit gegen die temperirten Erdgürtel hin, auch damals noch, als es das Gleichgewicht wieder erhalten hatte, wegen des von den Polen her erhaltenen Wassers viel höher stehen blieb, als es vorher gestanden hatte: so blieben alle große Niederungen, die vor der Sündfluth zwischen den Wendekreisen und nahe dabei trockenes Land ausmachten, unter Wasser stehen, und eben daher wird auch noch jezt im heißen Erdgürtel das wenigste Land gefunden. Aber die hohen Buckel und Gipfel der Gebirge jener alten Niederungen ragen zum Theil noch als Inseln über die Meeresfläche empor: und hieher gehören die Inseln des ostindischen Archipelagus, desgleichen die vielen Inselgruppen im Südmeer, wie auch Madagaskar, und so weiter.

Gleich-

Gleichwie aber die Sündfluth viele Länder verschlungen hat: eben so hat sie in andern Gegenden neue Länder zurücke gelassen. Neva-Semlja, Grönland, Labrador, und andere nördliche Länder, die sich alle Jahrtausende noch merklich weiter ausbreiten, weil das Meer immer noch von ihren Ufern zurück weicht, sind ohnfehlbar damals erst aus dem nordischen Ozeane gleichsam empor gestiegen. Auch das balthische Meer, welches bloß eine tiefe Stelle jenes großen nordischen Meeres war, mußte beim Untergange jener großen südlichen Länder größentheils in das gemeinschaftliche Weltmeer abfließen, und sich sehr beträchtlich senken. Aus ihm hat sich ganz Preußen, das nördliche Pohlen, Curland, Liefland, ein großer Theil von Rußland, beinah ganz Dännemark und Schweden nebst Norwegen, desgleichen die Halbinsel Jütland und ganz Niederdeutschland gebildet: und alle diese Länder wachsen jezt noch.

Nun hängen aber die Meere allenthalben zusammen und bilden den allgemeinen Ozean, worin die Fluthen ungehindert von den Polen gegen den Aequator und von diesem zum Theil wieder zurücke strömen können, daher sie ferner

nicht

nicht mehr nöthig haben, irgendwo hoch anzuschwellen, und hohe Ufer zu durchbrechen, oder ganze große Reiche plötzlich zu überschwämmen. Denn gegenwärtig sinken manche niedrige Länder nur allmählig ins Meer, auf daß ihre Bewohner sich zurücke ziehen können, um neue Gefielde aufzusuchen, die sich anderswo aus dem abgetrockneten Meeresgrunde bilden: und eben darum stehet geschrieben, daß hinfort keine Sündfluth auf Erden mehr kommen soll.

Ende der kosmologischen Unterhaltungen.

---

Alpha-

# Alphabetisches Verzeichniß

der vornehmsten in diesem Bande vorkommenden Wörter und Sachen.


A.

Abendröthe Seite 749
Abendthau 728
Aeolipila 516
Aether 543
Affinität 160
Amalgama 650
Anziehende Kraft 70
Armirter Magnet 714
Aschentreter 678
Atomen 42
Attraktion 159
Auflösung 189
Ausdehnung 16

B.

Bäche 794
Barometer 376
Batterie, elektr. 674
Bewegung 75 — 82
Bliß 755
Blißableiter 704
Blutregen 741
Bononischer Leuchtstein 679
Bononische Springkölbchen 221
Brechung des Lichts 592
Brenngläser 598
Brennpunkt 579
Brennspiegel 581
Brillen 601
Brunnen S. 793

C.

Camera obscura 600
Cartesischer Teufel 388
Centrifugalkraft 125
Centripedalkraft 125
Charybdis 813
Coagulation 189
Condensator 813

D.

Dämmerung 750
Dämpfe 512
Dampfhosen 808
Dampfkugel 516
Dinte 641 — 644
Donner 756
Donnerkeil 759
Drache 698. 763
Druck der Körper 129. 284. 360
Druckwerck 371

E.

Ebbe 800
Echo 459
Eigenthümliches Gewicht 52
Einfallsloth 573
Einfallswinkel 574
Eispunkt 197

Elasticität S. 56
Elektricität 648 — 686
Elemente 43
Elementarwelt 312
Erdbeben 784
Erdfeuer 764
Erdrohr 603
Eudiometer 408

F.

Fäulniß 420
Fall der Körper 130
Farben 616. 631
Farbenprisma 611
Fernröhre 602
Feuer 520
Feuerspritzen 372
Feuermänner 763
Finstere Kammer 600
Flamme 520
Flaschenzug 278
Fliegender Sommer 741
Flüsse 794
Fluth 800
Fokus 579
Fontainen 304
Fühlbarkeit 14

G.

Gährung 418
Gefrierpunkt 497
Gerinnung 189
Geschwindigkeit 81
Gewicht 140
Glaslinsen 595
Glasthränen 221
Gleichgewicht 229. 284
Gluth 521
Griesholztinktur 639

H.

Hagel 737
Hebel S. 254. 263. 265.
Helene 764
Heronsball 387
Heronsbrunnen 385
Himmelsrohr 416
Hitze 466
Höfe 751
Hohlgläser 595
Honigthau 740
Hörrohr 459
Hydrostatisches Grundgesetz 290. 315
Hygrometer 416

J.

Inclinationsnadel 712
Irrwische 763
Isoliren 633

K.

Kastor 764
Kälte 473
Keil 266
Klang 449
Kleistische Flasche 673
Knall 448
Konkavgläser 595
Konvergläser 594
Körper 13. 34
Kräfte 91. 99. 125. 282
Krystallisirung 189

L.

Landregen 734
Laterna magica 609
Leitende Körper 652
Leydenscher Versuch 673
Licht 535
Leuchtender Leiter 658
Leuchten des Meeres 765
Leuchtkugeln 763

Luft S. 326. 394
Lufterscheinungen 724
Luftgütemesser 408
Luftleerer Raum 344
Luftpumpe 337

M.

Maalstrom 812
Magnet 705 - 714
Manometer 377
Maschinen 265
Masse 54
Materien 13 — 57
Mechanisches Moment 255
Mehlthau 740
Meerbusen 797
Meerströme 809
Meteoren 724
Mikroskope 607
Morgenröthe 749
Morgenthau 728

N.

Nebel 728
Nebenmonden 753
Nebensonnen 753
Niederschlagung 189
Niveau 290
Nordlicht 765

O.

Objektivgläser 602
Oculargläser 602. 604
Ort 72
Ozean 797

P.

Papinischer Topf 526
Paraselenen 753
Parhelien 753
Pendül S. 147
Perspektiv 602
Phosphorus 357. 679
Platzregen 733
Polispast 278
Pollux 764
Präcipitation 189
Pyrometer 505

Q.

Quick 650
Quellen 793

R.

Rad an der Welle 271
Raum 24. 81
Refraktion 591
Regen 733
Regenbogen 742
Reif 729
Richtung 79
Rolle 275
Rückstralungswinkel 574
Rüstzeuge 265
Ruhe 72

S.

Sant-Elmo-Feuer 764
Saugwerke 370
Schall 422. 449
Schielende Körper 637
Schlossen 737
Schnee 738
Schraube 268
Schwefelregen 740
Schwere 126. 140. 154
Schwerpunkt 236
Schwüle Luft 780
Seen 795
Sehewinkel 561

Sied=

Siedpunkt S. 497
Sonnenbild 578
Sonnenmikroscop 609
Sonnenruthen 736
Spezifisches Gewicht 52
Spiegel 570. 577
Spiegelteleskope 605
Sprachrohr 457
Springbrunnen 804
Springfluth 804
Staubregen 734
Sternschnuppen 763
Strichregen 734
Strudel 812
Substanzen 29
Sümpfe 796

T.

Teleskope 602
Thau 728
Theilbarkeit 38
Thermometer 487
Töne 452
Torricellische Röhre 375
Trägheit 98
Turmalin 677

U.

Ueberwucht 229
Undurchdringlichkeit S. 16

V.

Vergrößerungsgläser 607
Verwandschaft 160
Verwittern 422
Vulkane 787

W.

Wärme 466
Wärmemesser 487
Wasserfälle 796
Wasserhammer 514
Wasserhosen 806
Wasserkunst 308
Wasserpaß 290
Wasserplumpe 368
Wetterleuchten 762
Wind 771
Winkel 573. 592
Wolf 697
Wolken 730
Wolkenbruch 735
Wurfbewegung 145

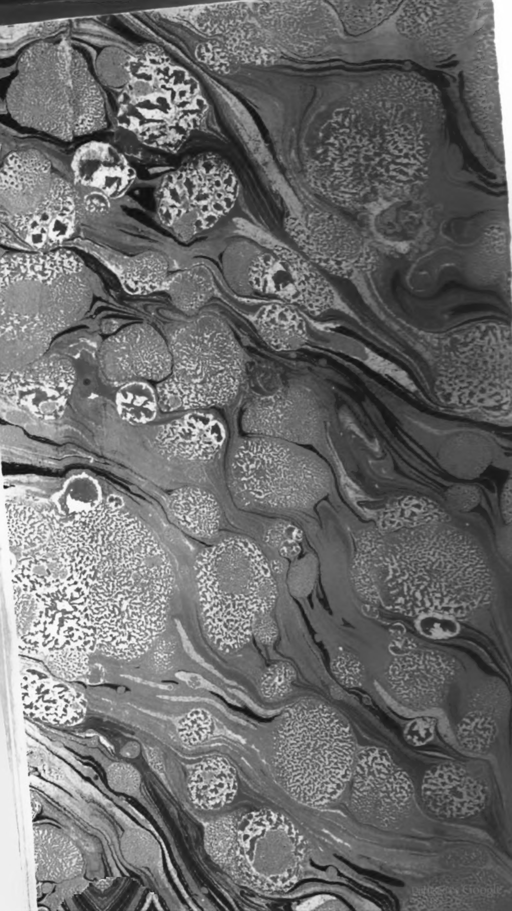
Z.

Zauberlaterne 609
Zufällige Sachen 29
Zwischenräumchen 22. 48

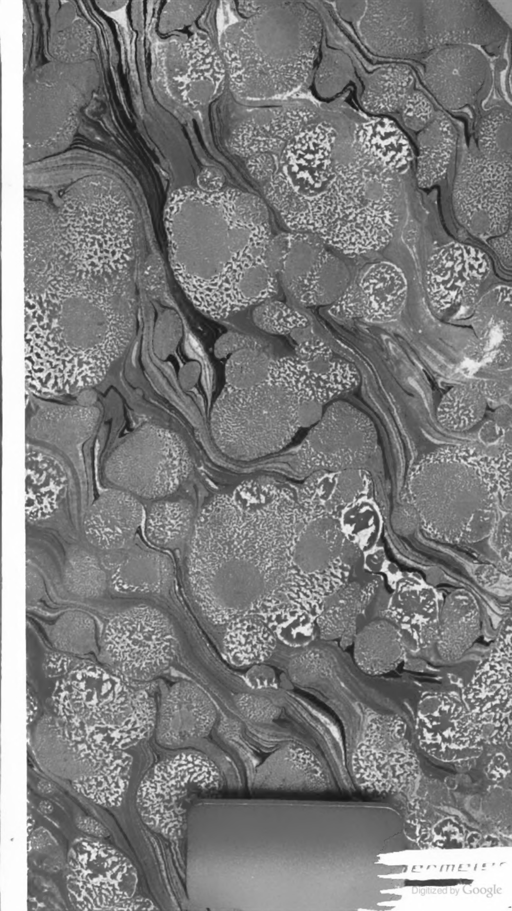
Digitized by Google

XX Dez. 91 , Bd. 1,2

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google